

Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología

XXI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas

Volumen 2



 OmniaScience


open access

Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología

XXI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas

Volumen 2

Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad
Autónoma de Baja California

Ciudad de Mexicali, México

Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología. Volumen 2

Editores: Dagoberto Durán Hernández, Olivia Tzintzun Camacho, Onécimo Grimaldo Juárez, Daniel González Mendoza, Carlos Ceceña Durán, Lourdes Cervantes Díaz, Claudia Yared Michel López, Cristina Ruiz Alvarado



1ra edición © 2019 OmniaScience (Omnia Publisher SL), Terrassa, Barcelona

www.omniascience.com



DOI: <https://doi.org/10.3926/XXICICA-vol2>

ISBN: 978-84-947996-6-2

Diseño de cubierta: OmniaScience

Imágenes de cubierta: © Green leaf background and Plants in glassware isolated in white - Adobe Stock

Índice

Prólogo	9
Trabajos en carteles	13
Área temática: Agricultura orgánica	13
Determinación de la capacidad de antioxidante en lechugas en diferentes sistemas de producción agrícola	15
Capacidad antioxidante de seis variedades de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.)	19
Evaluación de extractos naturales para la mitigación del estrés hídrico en tomate	25
Efecto de soluciones de extractos de algas marinas en la germinación y plántula de garbanzo (<i>Cicer arietinum</i> L.)	31
Capacidad antioxidante de siete variedades de cítricos, utilizando un método fotométrico	37
Producción de plantas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) con tres guanos orgánicos	41
Contenido inorgánico de nitrógeno, fósforo y potasio en seis abonos orgánicos	47
¿La entidad importa? Respuesta del melón al uso de dos productos comerciales a base de hongos micorrizicos	51
Poder antioxidante de cinco hortalizas de hoja: Un estudio preliminar	55
Determinación de carbohidratos en extractos cítricos y su utilización en la alimentación de <i>Diaphorina Citri</i> , vector de HuangLongBing	61
Poder antioxidante de cinco variedades de tomate (<i>Solanum Lycopersicum</i> L.)	67
Comparación de inversión en producción orgánica y convencional de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) en Baja California Sur	71
Área temática: Agua y suelo	77
Evaluación de 3 láminas de riego para 2 variedades de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) con riego por goteo bajo condiciones de casa sombra en la región de la Costa de Hermosillo, Sonora	79
Evaluación de parcelas de validación en trigos harineros CILCO 2010-11	85
Metales pesados en suelo y trigo regado con agua residual tratada en el Valle de Mexicali, Baja California, México	89
Opciones sostenibles de fertilización y productividad de la palma datilera (<i>Phoenix dactylifera</i> L.) en Baja California Sur	93
Análisis climatológico de ciclo 2017-2018 de la vid en la Costa de Hermosillo	99
Productividad de dos variedades de garbanzo en cuatro láminas de riego en sistema de riego por goteo	105
Validación del garbanzo (<i>Cicer arietinum</i> L.) bajo riego por goteo en un suelo salino, en el Valle de Yaqui, Sonora	111
Contenido de clorofila A y B en plantas de epazote (<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.) sometidas a concentraciones de cloruro de sodio en hidroponía	117
Requerimiento de riego en cultivos frutícolas bajo riego por goteo en regiones semidesérticas del Estado de Sonora	123
Área temática: Biotecnología	131
Análisis físico-químico de barra alimenticia a base de semillas y nueces	133
Efecto bioinsecticida de <i>Bacillus Thuringiensis</i> Berliner (<i>Enbacteriales: Bacillaceae</i>) sobre <i>Diatraea Saccharalis</i> Fabricius (Lepidoptera: Crambidae)	139
Nuevo biosensor incorporado con MWCNTS e hidroxiapatita para la determinación de paraoxón	143

Propiedad insecticida del aceite esencial de orégano (<i>Lippia palmeri</i>) sobre el control de <i>Sitophilus Zeamais</i> (Mots.) y <i>Prostephanus Truncatus</i> (Horn.) en grano de maíz almacenado	149
Evaluación de extractos bioactivos de naranjo dulce (<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck) como estímulo de atracción en trampas pegajosas para <i>Diaphorina citri kunyama</i>	155
Establecimiento de un cultivo de células en suspensión de <i>Arnica montana</i>	159
Presencia de marcadores moleculares contra <i>Colletotrichum Lindemuthianum</i> en diversos tipos de frijol	165
Fitoquímica y actividad antioxidante de extractos de hoja y cultivos celulares de <i>Guazuma ulmifolia</i>	171
Re-establecimiento de un cultivo celular de <i>Bryophyllum daigremontianum</i> , productor de compuestos fenólicos	177
Evaluación de agentes desinfectantes para el establecimiento <i>in vitro</i> de yemas axilares de bambú nativo <i>Guadua aculeata</i>	183
Evaluación de la supresión de fusariosis en maíz por la actividad antagonista de <i>Burkholderia cenocepacia</i> MSR2	189
Tolerancia a estrés hídrico bajo condiciones <i>in vitro</i> de selecciones de <i>Vitis vinifera</i>	193
Inducción de callos partiendo de diferentes explantes de las especies <i>Lupinus Montanus</i> (H.B.K.) y <i>Lupinus Campestris</i> Cham. & Shtl	199
Comparación de dos protocolos para la extracción rápida de ADN de alfalfa (<i>Medicago Sativa</i> L.) del Valle de Mexicali	205
Determinación de la carga superficial de bioagregados alga/hongo filamentoso en la cosecha de la microalga <i>Chlorella</i>	209
Multiplicación <i>in vitro</i> de <i>Trigridia pavonia</i> (L.f. DC)	215
Propiedades sensoriales de barra alimenticia a base de semillas y nueces	219
Área temática: Horticultura	225
Evaluación productiva de líneas avanzadas de chile jalapeño con aplicación de riegos de auxilio durante el ciclo agrícola primavera-verano en Quintana Roo, México	227
Evaluación productiva de líneas avanzadas de chile jalapeño bajo siembra directa y condiciones de temporal en Quintana Roo, México	233
Crecimiento y rendimiento de epazote (<i>Cbenopodium ambrosioides</i> L.) cultivado en sustrato y en invernadero	239
Efecto del bioestimulante Engordone® sobre el rendimiento y calidad del fruto en olivo (<i>Olea europaea</i> L.) en el noroeste de México	243
Aplicación de un biofertilizante formulado con algas marinas al suelo y al follaje en una plantación de chile Anaheim (<i>Capsicum annum</i> L.) híbrido cardón, previamente podado	249
Efecto de la aplicación de hidrogel en la productividad de olivo en regiones desérticas	255
Efecto de la micorriza <i>Glomus iranicum</i> var. <i>Tenuilypharum</i> sobre la producción y calidad de nuez	261
Manejo del dosel en etapas tempranas para reducir la aborción de inflorescencias en vid CV superior	265
Efecto del ácido giberélico en el amarre y desarrollo de frutos en pepino	269
Expresión de <i>flowering</i> Locus T en mango Ataulfo y su relación con biorreguladores	273
Relación entre temperatura, desarrollo de inflorescencia y producción de frutos partenocápicos en mango Ataulfo	279
Área temática: Inocuidad agrícola	285
Reacción a la punta negra (altenaria SPP) de líneas avanzadas de trigo cristalino en el ciclo 2014-2015	287
Área temática: Parasitología	293
Géneros de nematodos en plantaciones de higuera (<i>Ficus carica</i> L.) de Baja California Sur	295
Infestación de ácaros fitófagos y benéficos, en dos secciones de una huerta comercial de naranjos de Baja California Sur	301

Control biológico de la pudrición blanca de la cebolla	305
Mortalidad de larvas de crisopo <i>Chrysoperia carnea</i> con insecticidas de diferente modo de acción	309
Evaluación del herbicida mesosulfurón + iodosulfuró (Sigma Forte) en mezcla con latifolicidas en trigo en el Sur de Sonora, México	315
Evaluación de mezclas del herbicida pinoxaden (Axial XL) con latifolicidas en trigo en el sur de Sonora, México	321
Distribución espacial de palomillas del gusano barrenador de la nuez <i>Acrobasis nuxvorella</i> Neuzing (Lepidóptera: Pyralidae) en trampas con feromona en nogal pecanero	327
Evaluación del herbicida Pyroxsulam (Across) en mezclas con latifolicidas para trigo en el sur de Sonora, México	333
Fitófagos de la higuera (<i>Ficus Caryca</i> L.) en el noroeste de México y repelentes para su control	339
Eficacia del herbicida Tritosulfurón + Dicamba (Condraz) para el control de maleza de hoja ancha en maíz en el noroeste de México	343
Severidad del tizón foliar del maíz en genotipos evaluados con diferentes tratamientos de fertilización	349
Rendimiento del frijol pinto en dos fechas de siembra en otoño-invierno	353
Evaluación del herbicida mesosulfurón + iodosulfuró + tiencarbazona (Atlantis TCM) en mezcla con latifolicidas en trigo en el sur de Sonora, México	359
Diversidad de artrópodos asociados a algodón bt y convencional (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) en el Valle de Mexicali, México	365
Área temática: Producción de cultivos	373
Uso del índice de vegetación a partir de imágenes aéreas para diagnosticar maleza en predios sembrados con trigo	375
Rentabilidad del trigo en la región Fuerte Mayo ciclo OI 2017-2018	379
Descripción varietal y comportamiento agronómico de la variedad de cártamo “Chey-OI”	383
Validación de variedades de trigo cristalino y harinero en el sur de Sonora	387
Análisis de tomate bola variedad Evimeria con porta injertos multifort y seriado tratados con enraizador y <i>Trichodermas asperellum</i>	391
Cenel Oro C2017: Nueva variedad de trigo duro para el noroeste de México	395
Diagnóstico nutrimental y su relación con el rendimiento de trigo en el sur de Sonora	401
Evaluación de variedades de cacahuate con tres densidades de siembra en el Valle de Santo Domingo, B.C.S.	405
Selección de <i>Bacillus</i> spp. y <i>Trichoderma</i> spp. como promotores de crecimiento en garbanzo blanco (<i>Cicer arietinum</i> L.)	409
Rendimiento y calidad de grano en 11 líneas elite de garbanzo en avance generacional (F9) en la Costa de Hermosillo, Sonora, México	415
Efecto de la sequía terminal en siete variedades de garbanzo tipo Kabuli, Costa de Hermosillo, Sonora, México	421
Requerimiento térmico del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en el Valle de Guadiana, Durango	427
Dosis de fertilización y su relación con el rendimiento potencial de las nuevas variedades de frijol pinto cultivadas en Durango, México	433
Categorización de variables del desarrollo de semillas de agave tobalá	437
Evaluación agronómica de seis genotipos de sorgo forrajero en verano tardío, en Baja California Sur	443
Evaluación de lombricomposta como sustrato en la producción de plántulas de chile serrano (<i>Capsicum annuum</i> L.)	449
Beneficio de los bioinoculantes en la promoción de crecimiento vegetal	455

Respuesta de <i>Asclepias subulata</i> Decne. a la aplicación de riego e incorporación de hidrogel, en la costa e Hermosillo, Sonora, México	461
Sinalomex-2018 nueva variedad de garbanzo de alto rendimiento para las regiones productoras de México	467
Descripción agronómica de VCS-brillante: Nueva variedad de sorgo para el Estado de Sinaloa	473
Análisis de las asociaciones entre las características germinativas de semillas de agave Tobolá	477
Germinación y establecimiento del chile chiltepin (<i>Capsicum annuum</i> L.) var. <i>Glabriusculum</i>) bajo mezquites	483
Validación de líneas experimentales y variedades de sorgo bajo condiciones controladas	489
Evaluación de adaptabilidad del cultivo de amaranto (<i>Amaranthus</i> spp.) en el sur de Sonora	493
Calidad del ensilado biológico producido con nuevas variedades de sorgos doble propósito en Sinaloa	499
Características agronómicas de VCS-tornasol: Nueva variedad de sorgo doble propósito	505
Validación de híbridos experimentales de sorgo bajo condiciones controladas (malla sombra y riego por goteo)	511
VCS-diamante: Cultivar de sorgo blanco para el Estado de Sinaloa	515
Validación de componentes tecnológicos en el cultivo de mango en Baja California Sur	519
Efecto de poblaciones de planta en el rendimiento y características de grano en garbanzo bajo riego por goteo	525
Validación del manejo de fertilizantes para la obtención de trigo con alto contenido en proteína en el Valle del Yaqui, Sonora	529
Probadores de líneas haploide duplicados de <i>Zea mays</i> blanco en el norte de Sinaloa	535
Comportamiento agronómico de variedades de sorgo forrajero en el noroeste de Sonora	541
Desempeño morfológico de <i>Agave durangensis</i> Gentry en respuesta a la aplicación de soluciones nutritivas y tipos de envases en vivero	547
Evaluación de producción y calidad en tomate bola dionisio (<i>Solanum lycopersicum</i>) con aplicación de enraizador y <i>Trichoderma asperellum</i> bajo condiciones de invernadero	551
Evaluación de garbanzo blanco en el norte de Sinaloa	555
Determinación de fechas de siembra de maíz con menor riego de daño por heladas en Fuerte-Mayo, Sonora	559
Validación de CV Early California en el cultivo de espárrago, en la región de Caborca, Sonora	565
Características de calidad en variedades de naranja temprana, como opción de cultivo en el sur de Sonora	569
Extracto de alga marina <i>Acanthophora speciosa</i> en el cultivo de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.)	575
Combro-743 variedad de garbanzo tipo Kabuli para zonas productoras de noroeste y el bajo México	581

Prólogo

El desarrollo de la agricultura en México representa una de las actividades económicas más importantes para el país, de aquí el interés de generar investigación y desarrollo tecnológico en las ciencias agrícolas. En este sentido, los estudios desarrollados en la agricultura se han enfocado en establecer estrategias para incrementar la productividad de los recursos naturales disponibles como el suelo, el agua y la conservación del germoplasma. Así como establecer innovaciones para la diversificación de los cultivos, el control biológico de plagas y técnicas de micropropagación. Por consiguiente, la incorporación de nuevos conocimientos y tecnologías en la agricultura se orientan a la aplicación de técnicas biotecnológicas orientadas a incrementar la producción de alimentos, el procesamiento de los mismos y/o subproductos generados, así como de garantizar la inocuidad de los alimentos para su comercialización.

Una forma de difundir los avances científicos y tecnológicos en el área agrícola y la biotecnológica es a través de los congresos donde se cuenta con la participación de estudiantes, investigadores, productores, el sector industrial y público en general. Por lo tanto, el libro *Compendio científico en ciencias agrícolas y biotecnología* ofrece al lector un panorama actual del desarrollo de la investigación en las ciencias agrícolas y biotecnología a través de la compilación de los trabajos presentados en el **XXI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas**. El congreso fue organizado por el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California en la Ciudad de Mexicali, México. El eje temático del congreso fue la “*Biotecnología y desarrollo sustentable: retos y oportunidades para el área agrícola*” donde se presentaron ponencias magistrales, ponencias cortas y exposiciones de cartel orientadas a la contribución de la generación de tecnologías y métodos biotecnológicos para el uso racional de los recursos naturales y la generación de alimentos agrícolas de buena calidad.

Cabe destacar que en el libro se integran ponencias magistrales presentadas por investigadores reconocidos a nivel nacional e internacional, además de trabajos orales y de cartel divididos en siete áreas temáticas: 1) Agricultura orgánica, 2) Agua y suelo, 3) Biotecnología, 4) Horticultura, 5) Inocuidad agrícola, 6) Parasitología y 7) Producción de cultivos. En este sentido, se atiende el desarrollo de la agricultura orgánica a través del mejoramiento de los agroecosistemas, en particular, de los ciclos biológicos y de la actividad biológica del suelo. Asimismo, se ofrece al lector una compilación de los principales trabajos enfocados al estudio del agua y suelo para favorecer el desarrollo agrícola. En el caso del área temática de biotecnología, se muestran los estudios enfocados al diseño y evaluación de los procesos biológicos mediante la aplicación de técnicas microbiológicas, fisicoquímicas y genéticas para incrementar la productividad de los productos y subproductos agrícolas. Por otro lado, en el área de horticultura se presentan

trabajos relacionados con la aplicación de técnicas para mejorar la producción de hortalizas, flores y frutales en los diferentes sistemas de producción agrícola. En el libro *Compendio científico en ciencias agrícolas y biotecnología* también se incluyen los avances científicos enfocados en las buenas prácticas de elaboración de alimentos de origen agrícola dentro del área temática de inocuidad agrícola, considerando la fase de producción primaria y postcosecha. Por otra parte, en el área de parasitología se hace una revisión de las principales estrategias para el manejo y control de plagas en los principales cultivos agrícolas de México. Finalmente, en el área temática de producción de cultivos se muestra al lector las investigaciones relacionadas con la implementación de los sistemas de producción agrícola para incrementar la calidad de los alimentos.

Por lo tanto, el libro *Compendio científico en ciencias agrícolas y biotecnología* pretende ser una expresión de las investigaciones científicas que se desarrollan en las principales instituciones de Educación Superior de México, así como de centros de investigación, instituciones gubernamentales y privadas enfocadas al desarrollo de la agricultura y la biotecnología agrícola.

Dagoberto Durán Hernández
Olivia Tzintzun Camacho
Onécimo Grimaldo Juárez
Daniel González Mendoza
Carlos Ceceña Durán
Lourdes Cervantes Díaz
Claudia Yared Michel López
Cristina Ruiz Alvarado

Trabajos en carteles

Área temática: Agricultura orgánica

Determinación De La Capacidad De Antioxidante En Lechugas En Diferentes Sistemas De Producción Agrícola

Avilés Colmenero A.G., Appel Vázquez C., Caballero Robledo C. F., Cruz Bautista J. G., Estrada Morales J. M., Macías Curiel M. G., Manríquez Rivera G. A., Peralta Olachea R. G., Solares Pérez E., Beltrán Morales F. A.

Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur Km 5.5. La Paz, Baja California Sur. México america1096@outlook.com

Resumen

Se han descrito diversas técnicas para evaluar la capacidad antioxidante de alimentos y plantas, pero aquella que ha recibido una preferencial atención es la técnica que utiliza el radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo conocido por las siglas DPPH. En este estudio se llevó a cabo la evaluación de la capacidad antioxidante de lechugas en distintos sistemas de producción mediante este método. El estudio se llevó a cabo en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, en la ciudad de La Paz Baja California Sur. Los sistemas de producción estudiados fueron orgánico, convencional e hidropónico. Los valores obtenidos nos muestran que no hay una diferencia significativa entre las plantas estudiadas, pero la que resulto con mayor actividad antioxidante fue la lechuga *Lactuca Sativa* producida por el sistema convencional con un resultado de 0.201 mg equivalentes de Trolox por gr de muestra.

Palabras Clave: Sistemas de producción, radical libre, antioxidante.

Abstract

Several techniques have been described to evaluate the antioxidant capacity of foods and plants, but the one that has received a preferential attention is the technique that uses the free radical 2,2-diphenyl-1-picrilhydrazilo known by the acronym DPPH. In this study, the evaluation of the antioxidant capacity of lettuce in different production systems was carried out using this method. The study was carried out in the month of May at the Autonomous University of Baja California Sur, in the city of La Paz. The production systems studied were organic, conventional and hydroponic. The values obtained show us that there is no significant difference, but the one with the highest antioxidant activity was the *Lactuca Sativa* lettuce produced by the conventional method with a result of 0.201 mg Trolox equivalents per gr of sample.

Key words: Production systems, free radical, antioxidant.

1. Introducción

Las lechugas integran el género *Lactuca* y pertenecen a la familia de las asteráceas. Esta familia, se caracteriza porque sus flores están compuestas por la fusión de cientos e incluso miles de flores diminutas. Es un alimento que aporta muy pocas calorías por su alto contenido en agua y

su escasa cantidad de hidratos de carbono, proteínas y grasas. En cuanto a su contenido en vitaminas, podemos mencionar —con aportes poco significativos— la presencia de vitamina C, folatos y provitamina A (b-carotenos). La tiamina y vitamina E se encuentran en menores proporciones. El aporte de minerales tampoco resulta especialmente significativo, aunque sí posee pequeñas cantidades de fósforo, potasio, hierro y calcio. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que las hojas de color verde intenso, que por lo general suelen ser las menos tiernas, son precisamente las más ricas en vitaminas y minerales. Contiene flavonoides, fundamentalmente quercetina, que tiene actividad antioxidante, antitrombótica y anticarcinogénica; seguida de kaempferol, y cantidades inferiores de miricetina, luteolina y apigenina. La lechuga también aporta pequeñas cantidades de b-sitosterol, stigmasterol y campesterol, fitoesteroles que participan en importantes funciones biológicas tales como la reducción de los niveles séricos de colesterol, protección frente a algunos tipos de cáncer, etc. (Moreira O., Carbajal A., Cabrera L., Cuadrado C., 2013). Las propiedades antioxidantes no sólo deben estudiarse por sus interacciones químico-biológicas, sino por su función en el deterioro oxidativo que afecta a los alimentos. Se utilizan en la industria alimentaria adicionados a las grasas u otros productos para retrasar los procesos de oxidación, en tanto previenen el comienzo de la rancidez oxidativa (grasas) (Coronado, 2015). Existe muchos métodos para medir la capacidad antioxidante de una especie o sustancia, un método muy usado se basa en la estabilidad del radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) la cual se atribuye a la deslocalización del electrón desapareado, esta deslocalización también le otorga una coloración violeta caracterizada por una banda de absorción, en solución etanólica, centrada alrededor de 520 nm. Cuando una disolución de DPPH entra en contacto con una sustancia que puede donar un átomo de hidrógeno o con otra especie radical (R.) se produce la forma reducida DPPH-H ó DPPH-R con la consecuente pérdida del color y por lo tanto la pérdida de la absorbancia (Muñoz M. A. y Gutiérrez D. M., 2008).

2. Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo durante el mes de Mayo en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, situada en el km 5.5 de la Carretera al Sur, en la Ciudad de La Paz. De acuerdo con Robles (1998), la ciudad de La Paz se encuentra en el extremo nordeste del Valle de La Paz, localizada en 24°10" latitud norte y 110° 19" longitud oeste. El análisis se llevó a cabo en el laboratorio de Farmacognosia. Las muestras de Lechuga, Acelga y espinaca se obtuvieron de mercados locales y las variedades disponibles fueron: Lechuga bola *Lactuca sativa* en sus distintos métodos de producción (orgánico, convencional, hidropónico). El parámetro a evaluar fue el poder antioxidante a partir de las hojas, tallos y frutos de las muestras anteriormente mencionadas, se licuaron 100 gr de cada muestra con 100 ml de agua destilada y se filtró; primero con un papel filtro y embudo se filtró al vacío con un filtrador marca Welch GEM 1.0 Vacuum Pump para evitar el paso de los sólidos, después se midieron sólidos solubles totales o grados Brix con un medidor marca Hanna modelo HI 96801; así mismo se midió pH y C.E con un

medidor marca Hanna modelo HI98130. Se realizó una dilución de 1:1 30 ml de cada muestra filtrada y 30 ml de metanol, los cuales fueron mezclados, y se tomó una parte de dicha solución con un micro pipeta y se filtró utilizando algodón absorbente PROTEC pro para separar las partículas más pequeñas y se obtuviera la muestra pura, después se preparó la solución stock DPPH se pesaron 8 mg de DPPH y se aforó en 100 ml metanol se dejó 30 minutos en la oscuridad, siguiendo se realizó una lectura en un espectrofotómetro UV visible Thermo Scientific™ GENESYS 10S modelo G10S UV-VIs. Después se preparó la muestra problema, en el cual se realizó 1 testigo de cada muestra con 0.025 ml de muestra problema 1.975 ml de metanol y 4 repeticiones cada muestra con 0.025 ml de muestra problema 0.975 ml de metanol y 1.00 ml de solución stock de DPPH. Se esperó por 30 minutos y se realizó una lectura en un espectrofotómetro UV visible Thermo Scientific™ GENESYS 10S modelo G10S UV-VIs. El análisis de los resultados se determinó utilizando el programa estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2012). Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar y se corrió un análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey HSD $p=0.05$).



Figura 1. Material vegetal, muestras filtradas y medición final en espectrofotómetro

3. Resultados y discusión

Aunque estadísticamente la capacidad antioxidante de las variedades de lechuga no muestran diferencias estadísticas; los valores de la lechuga producida por un sistema convencional obtuvo la mayor capacidad antioxidante con 0.201 mg equivalentes de Trolox por gr, el segundo lugar lo obtuvo la lechuga producida por un sistema orgánico con 0.199 mg equivalentes de Trolox por gr y por último la lechuga producida por un sistema de hidroponía con 0.153 mg equivalentes de Trolox. Estos resultados coinciden con lo declarado por la FSA en 2009 quienes mencionan que no existen diferencias nutricionales entre alimentos orgánicos y convencionales.

Cuadro 1. Cuadro de resultados obtenidos de las variantes calculadas, capacidad antioxidante, conductividad eléctrica, pH y sales solubles

Variedad	CE	pH	Sólidos solubles	Poder antiox
Lechuga convencional	2.453 c	6.04 a	2.5 b	0.201 a
Lechuga hidropónica	5.568 a	5.53 c	3.2 a	0.153 a
Lechuga orgánica	3.280 b	5.70 b	3.5 a	0.199 a

4. Conclusiones

Finalmente, de acuerdo a los resultados que arroja la investigación, nos dimos cuenta de que las lechugas tienen una capacidad antioxidante muy similar entre sí, es decir, que de acuerdo a los resultados estadísticos no existe una diferencia significativa sin importar el sistema de producción con el que hayan sido producidas. Aunque los resultados de lectura nos marcan las pequeñas diferencias que nos permiten identificar que las lechugas producidas de manera convencional contienen una cantidad un poco más elevada de antioxidantes. Esto sin tomar en cuenta la calidad de los mismos.

Referencias

1. Coronado M., Vega S., Gutiérrez L., Vázquez M., Radilla C., (2015). Antioxidants: present perspective for the human health. *Rev Chil Nutr* Vol. 42, N°2.
2. Food Standards Agency (2009). *Organic food not healthier*. United Kingdom.
3. Moreira O., Carbajal A., Cabrera L., Cuadrado C., (2013). Cuadro de composición de alimentos. Editorial Pirámide. España
4. Muñoz M. A., Gutiérrez D. M., (2008). Determinación de actividad antioxidante de diversas partes del árbol *Nicotiana Glauca*. Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro.
5. Robles Gil-Mestre, S., (1998). El clima de la ciudad de La Paz, B.C.S. Tesis de Maestría. UNAM, México. 233 pp.

Capacidad Antioxidante De Seis Variedades De Chile (*Capsicum Annuum L.*)

Cota Almanza M.E., Beltrán Morales F.A., López Talamantes C., Hernández Quintana J.E., Silva García D.E., Gastelum Sánchez A., Quian Torres A., Lucero Montes M.L., Ramírez Ayón O.

Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al sur km 5.5. La Paz, Baja California Sur. México marian_cota_almanza@hotmail.com

Resumen

La presencia de antioxidantes naturales en los alimentos es importante, no sólo porque estos compuestos contribuyen a definir las características organolépticas y a preservar la calidad nutricional de los productos que los contienen, sino, además, porque al ser ingeridos, ayudan a preservar en forma considerable la salud de los individuos que los consumen. El objetivo de este trabajo fue determinar la capacidad de antioxidantes de seis variedades de chile (*Capsicum annuum L.*), las cuales fueron obtenidas de diferentes mercados de la ciudad de La Paz B.C.S. Para determinar los niveles de antioxidantes se usó el método DPPH. Los valores revelan que la variedad de chile que obtuvo el mayor poder antioxidante fue el chile morrón orgánico con 1.119 mg equivalentes de trolox por gr de muestra. El resto de las variedades son estadísticamente iguales.

Palabras Clave: concentraciones, variedades, DPPH.

Abstract

The presence of natural antioxidants in foods is important, not only because these compounds contribute to the organoleptic characteristics and to preserve the nutritional quality of products that contain them, but also because being ingested, they help to preserve the health of the individuals who consume them considerably. The objective of this study was to determine the ability of antioxidants of six varieties of chile (*Capsicum annuum L.*), which were obtained from different markets of the city of La Paz B.C.S. The DPPH method was used to determine the levels of antioxidants. Values reveal that the variety of chile that obtained the highest antioxidant power was organic pepper with 1.119 mg equivalent of trolox per gr of sample. The rest of the varieties are statistically equal.

Key words: concentration, variety, DPPH.

1. Introducción

En México, el cultivo de chile (*Capsicum annuum L.*) es una especie hortícola de gran importancia por el valor de su producción. Se cultiva en todos los estados de la República Mexicana. Los tipos de chile más importantes en el ámbito nacional son el ancho, jalapeño, serrano, mirasol (conocido en seco como guajillo) y dulce o pimiento morrón que representan de

70 a 80% de la producción nacional; en los primeros, tipo picante, su consumo es principalmente nacional, en tanto los tipos dulces se destinan al mercado de exportación (Arroyo, 2012).

El interés por este cultivo no se centra únicamente por su importancia económica; se ha demostrado que el chile es una fuente excelente de vitaminas como la C, E y A, colorantes naturales y minerales. Además, el interés por esta planta se ha incrementado por la presencia de compuestos conocidos como fitoquímicos que tienen un efecto benéfico sobre la salud humana. Dentro de este grupo de compuestos se encuentran los ácidos fenólicos, de los cuales se sabe que reducen el riesgo de contraer cáncer, problemas cardiovasculares y otras enfermedades crónicas degenerativas (Mendoza, 2013).

Los antioxidantes han sido definidos como sustancias que en pequeñas cantidades son capaces de prevenir o retardar la oxidación de materiales fácilmente oxidables el antioxidante al interactuar con un radical libre, cede un electrón, se oxida y se transforma en un radical libre no tóxico (Frankel y Meyer, 2000). La actividad antioxidante de una sustancia depende de factores tales como la composición, su concentración, la temperatura, la presión de oxígeno y la presencia de otros antioxidantes y componentes habituales de los alimentos, por ejemplo, proteínas y agua (Arnao, Cano y Acosta, 1999). La acción de los antioxidantes depende de la función apropiada de otros miembros del sistema antioxidante. La cantidad proporcionada por cualquier antioxidante depende de su concentración, de su reactividad hacia la especie reactiva del oxígeno y del estado de los antioxidantes con los cuales interactúan (Vertuani, Angusti y Manfredini, 2004). La agricultura orgánica debe considerar dos aspectos esenciales: (a) la diversidad estructural y de procesos, y (b) el manejo ecológico del suelo y nutrición (Brenes, 2003). El objetivo del presente trabajo fue utilizar el método del DPPH para determinar la capacidad antioxidante de 6 variedades de chile cultivados con diferentes sistemas de producción.

2. Metodología

El estudio se llevó a cabo durante el mes de mayo en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, situada en el km 5.5 de la Carretera al Sur, en la Ciudad de La Paz. De acuerdo con Robles (1998), se localiza a 24°10" latitud norte y 110° 19" longitud oeste, a 18.5 metros sobre el nivel del mar. El análisis se llevó a cabo en el laboratorio de Farmacognosia. Las muestras de chiles se obtuvieron de mercados locales y las variedades disponibles de chile (*Capsicum annuum* L.) fueron: california, poblano, güerito, habanero, jalapeño y chile morrón orgánico. El parámetro a evaluar fue el poder antioxidante de las muestras anteriormente mencionadas, se licuaron 100 gr de cada muestra con 100 ml de agua destilada y se filtró; primero con un papel y luego con un filtrador marca Welch GEM 1.0 Vacuum Pump, después se midieron sólidos solubles totales o grados Brix con un medidor marca Hanna modelo HI 96801; así mismo se midió el pH y la C.E con un medidor marca Hanna modelo HI 98130. Se preparo la muestra problema con 0.025 ml mas 1.975 ml de metanol., se realizaron cuatro repeticiones. posteriormente se hizo una dilución de 1:1 30 ml de cada muestra filtrada más 30 ml de metanol,

los cuales fueron mezclados, y se tomó una parte de dicha solución con una micro pipeta y se filtró utilizando algodón absorbente PROTEC pro para filtrar las partículas más pequeñas, después se preparó la solución stock DPPH para lo cual, se pesaron 8 mg de DPPH y se aforó con 100 ml de metanol; se dejó reposar 30 minutos en la oscuridad, posteriormente se realizaron las lecturas en un espectrofotómetro UV visible Thermo Scientific™ GENESYS 10S modelo G10S UV-VI. Se utilizó un diseño de bloques al azar utilizando las variedades como criterio y se corrió un análisis de varianza, las comparaciones de medidas se realizaron con Tukey HSD $p=0.05$. Los resultados se analizaron utilizando el programa estadístico desarrollado en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2012).



Figura 1. Pesado, licuado, obtención del pH y medición de sólidos solubles totales

3. Resultados y discusión

En la Cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos al calcular la capacidad antioxidante de cada vegetal con el método del DPPH y definidos como mg equivalentes de trolox por gr de muestra. Los valores revelan que la variedad de chile que obtuvo el mayor poder antioxidante fue el chile morrón orgánico (*Capsicum annuum* L.) con 1.119 mg equivalentes de trolox por gr de muestra. El resto de las variedades son estadísticamente iguales. Cabe resaltar que el poder antioxidantes del chile morrón podría deberse a las diferentes variedades de chiles utilizadas así como al sistema de producción utilizado.

Analizando en conjunto estos resultados, se ha observado que la capacidad antioxidante, en el caso de los pimientos naranjas orgánicos, se ve incrementada a comparación que las otras variedades de chile (*Capsicum annuum* L.), encontrándose una aparente relación con los niveles de los componentes analizados. Lo anterior coincide con lo encontrado por (De Oliveira, Dos Santos, Lana de Sousa y Anderson, 2016) quienes afirman que encontraron un contenido más alto de antioxidantes y compuestos fenólicos en cultivos orgánicos que en cultivos convencionales.

Cuadro 1. Cuadro de resultados obtenidos de las variantes calculadas, capacidad antioxidante, conductividad eléctrica, pH y sales solubles

Variedad	CE dS m ⁻¹	pH	Sólidos solubles	Poder antioxidante en mg equivalentes de trolox por gr.
Chile california	2,89 a	5.77 a	5.05 d	0.299 b
Chile güerito	3.18 a	5.82 a	4.65 e	0.217 b
Chile poblano	3.11 a	5.47 b	8.20 b	0.358 b
Chile habanero	2,67 a	5.38 b	5.20 d	0.68 b
Chile jalapeño	2.42 a	5.59 ab	6.15 c	0.288 b
Chile morrón Orgánico –certif	2.64 a	4.98 c	9.70 a	1.119 a

4. Conclusión

Existe una amplia variación en el contenido de antioxidantes, en comparación de los chiles convencionales al orgánico. Destaco el chile tipo pimiento morrón (naranja) proveniente del sistema de producción orgánico certificado con un 1.119 mg equivalentes de trolox por gramo de muestra; este fue considerado como una de las variedades con más contenido de antioxidantes, denominándose como una variedad excelente. Se encontró que en los pimientos, en cuanto a los de colores exuberantes (rojo, naranja) se producen incrementos en el poder antioxidante de los frutos, así como también aumentan los contenidos de carotenoides totales, siendo los incrementos en los niveles de carotenoides totales los más importantes. Cabe mencionar que en el resto de las variedades estudiadas se encontraron valores similares de 0.211 hasta 0.680 mg equivalentes de trolox por gramo de muestra.

Referencias

1. Arnao M. B, A. Cano, M. Acosta (1999). Methods to measure the antioxidant activity in plant material. A comparative discussion. Free Radical Research. Pág. 89-96.
2. Arroyo V. L. (2012). Normas preliminares de diagnóstico nutrimental compuesto y correlaciones nutrimentales en pimiento (*Capsicum annum* L.). Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, Edo de México. México. 44 pp.
3. Brenes, L., (2003). Producción orgánica algunas limitaciones que enfrentan los pequeños productores. Manejo integrado de plagas y agroecología 70: - 18.
4. De Oliveira F, Dos Santos R., Lana de Sousa R., Anderson J. T. (2016). Organic and conventional vegetables: Comparison of the physical and chemical characteristics and antioxidant activity. African Journal of Biotechnology. Vol. 15(33), pp. 1746-1755, 17.
5. Frankel N., A. Meyer S. (2000). Review the problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. Journal of the Science of Food and Agriculture. Pág. 1925-1941.
6. Mendoza Sánchez L.G. (2013). Propiedades fisicoquímicas y antioxidantes del chile jalapeño (*Capsicum annum* var. *annuum*) fresco y seco. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana Instituto de Ciencias Básicas .Pág. 13.
7. Robles Gil-Mestre, S., (1998). El clima de la ciudad de La Paz, B.C.S. Tesis de Maestría. UNAM, México. 233 pp.

8. Olivares S. E., (2012). Programa estadístico de version 1.0. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
9. Vertuani S., Angusti A., Manfredini S. (2004). The antioxidants and pro-antioxidants network: an overview. *Curr pharm Des.* 10 (14): 16677-1694.

Evaluación De Extractos Naturales Para La Mitigación Del Estrés Hídrico En Tomate

Hernández Quintana J. E., Arce Amezquita P. M., Ruiz Espinoza F.H., Rosales Niebla, A.C., Beltrán Morales F. A., Agúndez Espinoza, J. M.

Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al sur Km 5.5. La Paz, Baja California Sur. México janeth_quin_tana@hotmail.com

Resumen

Siendo el agua uno de los factores más importantes para el desarrollo de las plantas; su carencia constituye una de las principales fuentes de estrés. La mayoría de los cultivos, incluyendo el tomate (*Lycopersicon esculentum*), son sensibles al estrés hídrico en diferentes fases de desarrollo, desde la germinación hasta el cuajado de los frutos. El pre-tratamiento con extractos naturales tiene como objetivo prever a las semillas con sustancias que reduzcan el estrés hídrico durante su germinación y desarrollo. Los extractos naturales fueron seleccionados debido a sus antecedentes en poder antioxidante (*Cyrtocarpa edulis*, *Mangifera indica* y *Rhizophora mangle*). Estos extractos preconditionaron las semillas en una solución a 1000 ppm por 24 hrs. El tamaño de las plantas resultó ser más alto con el tratamiento de extracto de *Mangifera indica* tanto en los tratamientos con estrés y los tratamientos sin estrés hídrico; sin embargo, el extracto de ciruelo cimarrón propició la mayor generación de biomásas fresca y seca en tallo y raíz en el tratamiento con estrés hídrico. La variabilidad de respuesta biológica al tratamiento con los extractos nos indica que cada uno de ellos puede actuar de manera diferente a nivel celular y esta actividad está estrechamente relacionada a la estructura química de los compuestos químicos que ahí se encuentran, así como algunos factores farmacocinéticos tales como: solubilidad, concentración, tiempo de aplicación, etc.

Palabras Clave: Pre-tratamiento de semillas, mitigación, estrés hídrico.

Abstract

Water availability is one of the main factors in development of plants; its lack contributes to one of the main sources of stress. Most cultivars, including tomato (*Lycopersicon esculentum*) are sensible to water stress during different stages of development from germination to fruit settlement. Pretreatment of seeds with extracts has the objective to provide the seeds with substances that can reduce the water stress during germination and development. The extracts were selected according to previous antioxidant capacity assays (*Cyrtocarpa edulis*, *Mangifera indica* and *Rhizophora mangle*). These extracts were used to pretreat the seeds at 1000 ppm for 24 h. The tallness of the plants was higher with *Mangifera indica* treatment for unstress and stress plants; however, the extract from ciruelo cimarron gave the highest generation of fresh and dry biomass in stem and root in the water stress assay. The variability of biological response obtained for the treatments tells us that each extract can act in different ways at cellular level and

this activity is related to the chemical structure of the chemical compounds found in the extracts and some pharmacokinetic factor like solubility, concentration, period of application, etc.

Key words: Seed pre-treatment, mitigation, water stress.

1. Introducción

A lo largo de la evolución, las plantas han desarrollado diferentes respuestas y adaptaciones que les permiten sobrevivir en condiciones de constante déficit hídrico (Nilsen y Orcutt, 1996). El déficit hídrico es una de las limitaciones ambientales más grandes de la productividad de los cultivos agrícolas. La mayoría de los cultivos, incluyendo el tomate (*Lycopersicon esculentum*), son sensibles al estrés hídrico en diferentes fases de desarrollo, desde la germinación hasta el cuajado de los frutos. Una de las principales respuestas al estrés hídrico es la modificación de la expresión génica, relacionada con la producción de enzimas clave en la vía de síntesis de osmolitos, proteínas con función protectora, enzimas antioxidantes, factores de transcripción y otras proteínas involucradas en las respuestas al estrés hídrico (Bray, 1997). Con base a lo anterior, el objetivo de este proyecto es evaluar la aplicación de extractos de plantas con una historia de adaptación a condiciones extremas en la mitigación de estrés hídrico en semillas de plantas de interés agroalimenticio. Los extractos naturales fueron seleccionados debido a sus antecedentes en poder antioxidante los cuales fueron: ciruelo cimarrón, mango y mangle (*Cyrtocarpa edulis*, *Mangifera indica*, *Rhizophora mangle*).

2. Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, situada en el km 5.5 de la Carretera al Sur, en la Ciudad de La Paz que se encuentra en el extremo noroeste del Valle de La Paz, localizada en 24°10" latitud norte y 110° 19" longitud oeste, a 18.5 metros sobre el nivel del mar. El análisis se llevó a cabo en el laboratorio de Farmacognosia. Se prepararon extractos de ciruelo cimarrón, mango y mangle por sonicación en alcohol en tres ciclos de 15 minutos. Los extractos se filtraron y se concentraron bajo presión reducida con un rotavapor Buchi-114®. Las semillas se preacondicionaron en una solución de 1000 partes por millón (ppm) de extracto (ciruelo cimarrón, mango y mangle) en acetona con 1% de agua, a una relación de 1 g de semilla en 30 mL de solución, por 24 horas. Las semillas fueron filtradas y se dejaron secar durante 24 hrs. Éstas fueron sembradas en vasos de corcho etiquetando según cada tratamiento incluyendo dos controles: sin tratamiento y preacondicionamiento con acetona pura con 1% de agua. Los vasos se colocaron en una cámara bajo condiciones controladas de temperatura (24 °C), fotoperiodo de 12 h a una intensidad de 240 Lux y recibieron un riego periódico de cada dos días con 20 ml. Los parámetros que se tomaron en cuenta son los siguientes: altura del tallo midiéndose cada dos días con una regla de 30 cm y grados SPAD de la hoja midiéndose cada dos días con un Medidor de clorofila 502 marca Konica Minolta®. El riego se retiró después de tres semanas de plantación a la mitad de muestras de cada tratamiento y la otra mitad continuó con el

riego normal por dos semanas más. Las plántulas fueron separadas en tallo y raíz, los cuales fueron agrupados por tratamiento y colocados en bolsas de papel. Los tallos y las raíces se pesaron por separado en una báscula Mettler AE 260 DeltaRange® para registrar biomasa. Los tallos y las raíces se pusieron por separado en bolsas de papel estraza y se secaron en un horno de convección a 80°C por 48 horas. Al salir del horno se pesó cada una de las muestras y se obtuvo biomasa seca. Los datos obtenidos fueron analizados en el software Excel 2016®.

3. Resultados y discusión

El experimento se llevó a cabo siguiendo un diseño al azar el cual consistió en 10 plántulas por tratamiento. El porcentaje de emergencia no mostró diferencia significativa entre los tratamientos y los controles; de la misma manera, el contenido de clorofila no fue significativamente diferente en cada una de las mediciones hechas durante el experimento. Las mediciones de clorofila se realizaron a la tercera semana después de la siembra ya que había presencia de hojas verdaderas (día de inicio de estrés hídrico). El tamaño de las plantas resultó ser más alto con el tratamiento de extracto de mango tanto en los tratamientos con estrés y sin estrés hídrico; sin embargo, el extracto de ciruelo cimarrón propició la mayor generación de biomasa fresca en tallo en el tratamiento con estrés hídrico.

Cuadro 1. Variación en la biomasa fresca de tallo y raíz en plántas establecidas en cámara controlada sin estrés hídrico^a

	Biomasa fresca tallo (g/planta)	Biomasa fresca raíz (g/planta)	Biomasa seca tallo (g/planta)	Biomasa seca raíz (g/planta)
Sin tratamiento	0.8004 ± 0.1702	0.4566 ± 0.1377	0.0674 ± 0.0014	0.0167 ± 0.0005
Acetona	0.8124 ± 0.0639	0.1225 ± 0.0148	0.0398 ± 0.0036	0.0062 ± 0.0005
Extracto de ciruelo (1000 ppm)	0.6514 ± 0.0850	0.0501 ± 0.0114	0.0664 ± 0.0025	0.0176 ± 0.0030
Extracto de mango (1000 ppm)	0.6103 ± 0.1268	0.2384 ± 0.0909	0.0526 ± 0.0034	0.0057 ± 0.0006
Extracto de mangle (1000 ppm)	0.6300 ± 0.0440	0.0312 ± 0.0026	0.0642 ± 0.0026	0.0204 ± 0.0019

^aLos valores son el promedio de 8 plantas ± error estándar.

No hubo diferencia significativa en la generación de biomasa fresca de tallo en los tratamientos sin estrés hídrico como se muestra en la Figura 1. Con respecto a la raíz, el extracto de mango generó mayor biomasa fresca con respecto al control de tratamiento con acetona pura pero menor biomasa fresca con respecto al control sin tratamiento. Por otra parte, el extracto de ciruelo propició la mayor formación de biomasa fresca de raíz. El extracto de ciruelo mostró la mayor cantidad de biomasa seca en los tratamientos con estrés hídrico. Cabe mencionar que el control con tratamiento de acetona pura con 1% de agua propició una reducción significativa en

la generación de biomasa fresca y seca con respecto a las plántulas generadas de semillas sin tratamiento. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Variación en la biomasa seca de tallo y raíz en plántas establecidas en cámara controlada con estrés hídrico^a

	Biomasa fresca tallo (g/planta)	Biomasa fresca raíz (g/planta)	Biomasa seca tallo (g/planta)	Biomasa seca raíz (g/planta)
Sin tratamiento	0.3393 ± 0.0473	0.0518 ± 0.0045	0.0386 ± 0.0019	0.0308 ± 0.0031
Acetona	0.2930 ± 0.0327	0.0316 ± 0.0057	0.0178 ± 0.0020	0.0054 ± 0.0009
Extracto de ciruelo (1000 ppm)	0.4507 ± 0.0144	0.0581 ± 0.0097	0.0465 ± 0.0019	0.0379 ± 0.0027
Extracto de mango (1000 ppm)	0.2152 ± 0.0240	0.0397 ± 0.0051	0.0324 ± 0.0009	0.0215 ± 0.0032
Extracto de mangle (1000 ppm)	0.2517 ± 0.0298	0.0522 ± 0.0070	0.0398 ± 0.0031	0.0323 ± 0.0080

^aLos valores son el promedio de 8 plantas ± error estándar.

A pesar de que la acetona ha demostrado ser un solvente compatible en la aplicación de sustancias a ciertos materiales vegetales de propagación (Tao y Khan, 1974), en este experimento se demostró que un tratamiento de semillas por 24 h con acetona propicia una reducción de biomasa importante sin afectar la germinación de semillas.



Figura 1. Plántulas de tomate con estrés hídrico y sin estrés hídrico

4. Conclusión

La variabilidad de respuesta biológica al tratamiento con los extractos nos indica que cada uno de ellos puede actuar de manera diferente a nivel celular y esta actividad está estrechamente relacionada a la estructura química de los compuestos químicos que ahí se encuentran. La eficiencia de los compuestos químicos que se aplican a material vegetal de propagación, como semillas, depende de muchos factores farmacocinéticos tales como: solubilidad, concentración, tiempo de aplicación, etc. El extracto que presentó los mejores resultados fue el ciruelo cimarrón. Los resultados obtenidos en este experimento nos indican la actividad biológica solo a

la concentración de 1000 ppm por 24 h; por ende, es de suma importancia hacer evaluaciones futuras utilizando diferentes concentraciones, diferentes solventes como vehículo de aplicación y diferentes tiempos de tratamiento para obtener una evaluación más completa de los extractos aquí utilizados. Este trabajo sienta las bases para desarrollar una investigación más a detalle de los posibles metabolitos o compuestos químicos que se puedan encontrar en el extracto de ciruelo cimarrón.

Referencias

1. Bray, E.A. (1997). Plant responses to water deficit. *Trends Plant Sci.* 2, 48-54.
2. Nilsen, E.T. y D.M. Orcutt. (1996). *Physiology of plants under stress. Abiotic factors.* John Wiley and Sons, New York, NY.
3. Tao, K.L. y Khan, A.A. (1974). Penetration of dry seeds with chemicals applied in acetone. *Plant Physiology* 54:956–958.

Efecto De Soluciones De Extractos De Algas Marinas En La Germinación Y Plántula De Garbanzo (*Cicer Arietinum L.*)

Huez-López Marco Antonio, López-Elías Jesús, Jiménez-León José

Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora marco.huez@unison.mx

Resumen

El efecto de la aplicación de tres extractos de algas marinas (Kelpro®, MaxiFrut®, y Seacream®) fue estudiado sobre la germinación y desarrollo de plántulas de garbanzo bajo condiciones de laboratorio y casa sombra, respectivamente. En la prueba de germinación se utilizaron soluciones al 1% de los extractos, y al séptimo día se determinó: porcentaje de germinación final (PGF), tiempo medio de germinación (T_{50}), índice de germinación (IG), índice de vigor (IV), así como la longitud de la radícula. En plántula, se aplicaron los mismos extractos líquidos al suelo (3 aplicaciones de 100 mL maceta⁻¹) y se evaluaron las características morfológicas: altura de planta, longitud de raíz, y pesos secos de raíz y parte aérea. Los resultados mostraron que las semillas pretratadas con las soluciones (algas y agua) tuvieron una mejor respuesta en el PGF asociadas con un menor T_{50} , altos índices de germinación y vigor así como mayor longitud de radícula. Sin embargo, en el desarrollo de plántula, no se presentaron diferencias significativas en los parámetros evaluados debido a la aplicación de los extractos de algas marinas.

Palabras Clave: algas marinas, garbanzo, germinación.

Abstract

The effect of the application of three different seaweed extracts (Kelpro®, MaxiFrut®, and Seacream®) was studied on chickpea germination and seedling growth under laboratory and shade net conditions, respectively. In the germination test 1% seaweed extracts solutions were used in which at seventh day the final germination percentage (FGP), average time of germination (T_{50}), germination index (GI), vigor index (VI) as well as radicle length were determined. In the seedling experiment, the same liquid extracts were applied to soil (three applications of 100 mL pot⁻¹) and some morphological characteristics as plant height, root length, and root and shoot dry weights were evaluated. Results showed that pretreated seeds with the solutions had a better response in the FGP associated to a minor T_{50} , higher germination and vigor indexes, and larger radicle length. However, in the seedling growth, there were no significant differences in the evaluated parameters due to seaweed extracts applications.

Key words: Chickpea, germination, seaweed.

1. Introducción

Las algas marinas son un recurso natural que está siendo utilizado como biofertilizante y como un bioestimulante orgánico que promueve la germinación y el desarrollo de varios cultivos alrededor del mundo (Norrie, 2008). Los extractos de las algas marinas son etiquetados como

bioestimulante ya que su análisis químico revela la presencia de una gran variedad de sustancias promotoras del crecimiento tales como auxinas, citoquinas y betainas (Khan *et al.*, 2009) y macro y micronutrientes, aminoácidos (Mooney y Van Staden, 1986). El uso de extractos de algas marinas como pretratamiento a las semillas en la germinación ha generado resultados prometedores en diversos cultivos como chile, tomate y berenjena (Demir *et al.*, 2006; Sivritepe y Sivritepe, 2008; Sasikala *et al.*, 2016; Patel *et al.*, 2017); garbanzo (Akhtar *et al.*, 2015). Además, varios investigadores han revelado un amplio rango de efectos benéficos debido a la aplicación de extractos de algas marinas en los cultivos como un mejor desempeño y rendimiento del cultivo: Rathore *et al.* (2009) en soya; Boghdady *et al.* (2016) en garbanzo; Kocira *et al.* (2017) en frijol; Prajapati *et al.* (2016) en papa. La inhibición del desarrollo de las plantas bajo condiciones de estrés hídrico es el resultado de la inhibición de la división celular, elongación de las células o ambas. Los reguladores de crecimiento, como las cinetinas y el ácido giberélico, cuando son aplicados bajo estas condiciones de estrés son efectivos en promover la germinación y el desarrollo de plántulas y otros como el ácido indolacético disminuyen el porcentaje de germinación así como la longitud y biomasa de raíces y parte aérea de plántulas de garbanzo (Kaur *et al.*, 1998). Debido a que los extractos de algas marinas contienen estos compuestos químicos, el objetivo fue evaluar la respuesta de semillas de garbanzo pretratadas con extractos de algas marinas durante la germinación y el desarrollo temprano de plántula.

2. Materiales y métodos

El estudio fue realizado en el Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. La variedad de garbanzo utilizada fue Blanco Sinaloa-92 (*North Grains Trading, S.A. de C.V.*). La prueba de germinación se llevó a cabo en el Laboratorio de Salinidad Agrícola usando platos de plástico de 22.5 x 13 cm. La prueba incluyó cinco tratamientos repetidos cuatro veces con 50 semillas cada uno, arreglados completamente al azar. Tres tratamientos consistieron de semillas tratadas con soluciones al 1% de extractos líquido de algas marinas *Ascophyllum nodosum* L. Le Jolis de los productos Kelpro®, MaxiFrut®, y Seacream®, otro tratado con agua y el último no tratado, Las semillas fueron colocadas en toallas de papel y humedecidas con 40 mL de la solución correspondiente, dentro de los platos y sellados con una película plástica. Durante siete días el número de semillas germinadas fueron contadas diariamente. Las variables registradas incluyeron: el porcentaje final de germinación (PFG), el tiempo medio de germinación (T_{50}), el índice de germinación (IG), el índice de vigor (IV), así como, la longitud de la radícula, calculadas como:

El porcentaje final de germinación (PFG) como el número acumulado de semillas germinadas con una radícula de longitud normal (> 2 mm) (AOSA, 1983).

El tiempo medio de germinación (T_{50}) de acuerdo con Coolbear *et al.* (1984) como:

$$T_{50} = t_i + \frac{\left\{\frac{N}{2} - n_i\right\}(t_i - t_j)}{n_i - n_j}$$

El índice de germinación (IG) de acuerdo con AOSA (1983) como:

$$IG = \frac{\text{No semillas germinadaa}}{\text{días del primer conteo}} + \dots + \frac{\text{No semillas germinadaa}}{\text{días del conteo final}}$$

El índice de vigor (IV) de acuerdo a ISTA (1985) como:

$$IV = \text{Longitud de radícula (cm)} \times \text{PFG}$$

El experimento en la etapa de desarrollo de plántula se realizó dentro de una estructura de malla sombra. A los ocho días después de la siembra, de cada tratamiento de la prueba de germinación, se seleccionaron tres semillas germinadas aleatoriamente y fueron trasplantadas en macetas de plástico (12.5 cm de diámetro, rellenas con 1 kg de arena). Los tratamientos fueron arreglados en un diseño completamente al azar repetido tres veces. El suelo en las macetas fue mantenido a capacidad de campo, regado diaria y manualmente y los extractos de algas marinas fueron aplicados semanalmente (3 aplicaciones) a concentraciones similares utilizadas en la prueba de germinación. A los 22 días, las raíces de las plántulas fueron lavadas libres de arena y el crecimiento fue medido en base a la altura de plántula, longitud de tallo y longitud de raíz. Las partes de la plántula fueron separadas en raíces y parte aérea, colocadas en la estufa (BINDER M115) durante 4 días y se registró su peso seco.

Los datos obtenidos fueron analizados usando el paquete estadístico SAS de acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA) y los valores de las medias fueron comparados con la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de probabilidad del 0.05.

3. Resultados y discusión

El pretratamiento a las semillas con agua o soluciones de extractos de algas marinas no afectaron significativamente el porcentaje final de germinación (Cuadro 1) comparadas con el de semillas no tratadas. El porcentaje final de germinación promedió 85%. Demir *et al.* (2006) encontraron resultados similares en semillas de tomate pretratadas con diferentes extractos de algas marinas. Carvalho *et al.* (2013) también observaron diferencias no significativas en la germinación de frijol usando como pretratamientos agua, extracto de algas y semillas no tratadas. Con respecto al tiempo en que se presentó el 50% de semillas germinadas, este mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Las semillas pretratadas con Maxifrut presentaron una germinación más anticipada como es indicado por los valores más bajo de T₅₀ (2.9 días) mientras las que sembradas no tratadas, el 50% de las semillas germinaron casi a los 5 días. Los índices de germinación (IG) y de vigor (IV) aumentaron en semillas pretratadas con agua y con los extractos de algas marinas comparadas con semillas no tratadas (Cuadro 1). Similares resultados fueron reportados por Hernández-Herrera *et al.* (2013) en semillas de tomate. Esto es una indicación de que los tratamientos con valores más altos en el IG, germinaron primeramente en concordancia con lo encontrado por Islam *et al.* (2009). Las semillas tratadas con el extracto de alga del producto MaxiFrut presentaron significativamente el

mayor valor del índice de vigor, indicativo de brotes más vigorosos con una longitud de radícula mayor. Valores similares en todos los parámetros presentaron las semillas germinadas con el producto Kelpro y las semillas no tratadas.

Como puede verse en el Cuadro 2, no se presentaron diferencias significativas en los diferentes parámetros evaluados en el experimento de la aplicación de los extractos de algas marinas durante el desarrollo de plántula. Este comportamiento puede ser debido a la aplicación en exceso de los extractos líquidos (3 aplicaciones al suelo) y algunos compuestos presentes en estos extractos impidieron el desarrollo y crecimiento de la plántula. Zheng *et al.* (2016) obtuvieron resultados similares en col china (pakchoi), donde la longitud de raíz y el peso seco de la plántula fueron menores con la aplicación de altas concentraciones algas marinas. Hussain y Boney (1973) encontraron sustancias similares al ácido abscísico (ABA), hormona inhibidora del crecimiento, en las algas marinas *Laminaria* y *Ascophyllum* que inhibieron el desarrollo del hipocotilo en lechuga. Igualmente, Möller (1996) reportó que dosis mayores del 10% de extracto de algas marinas de las especies anteriores inhibieron el desarrollo de la radícula en cebada y lechuga. También, Gayathri y col. (2014) encontraron que el exceso en la concentración de extractos de algas marinas disminuyó el crecimiento de raíces en tomate.

Cuadro 1. Porcentaje final de germinación (PFG), días a la germinación del 50% de semillas germinadas (T₅₀), Índice de germinación (IG), índice de vigor (IV) y longitud de radícula (LR) de semillas de garbanzo tratadas y no tratadas con extractos de algas marinas

Tratamiento	PFG (%)	T ₅₀ (días)	IG	IV	LR (cm)
Seco	83.0 a	4.97 a	17.8 b	2,54 b	3.16 b
Agua	87.5.a	3.11 b	46.8 a	3.44 ab	3.86 ab
Kelpro	82.0 a	4.35 ab	33.1 ab	2.98 ab	3.76 ab
Maxifrut	86.5 a	2.91 b	44.6 a	4.92 a	5.63 a
SeaCream	86.0 a	4.13ab	34.7 a	3.89 ab	4.60 ab

Valores dentro de la misma columna seguidos por las mismas letras son significativamente no diferentes usando la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de nivel de probabilidad

Cuadro 2. Longitud de raíz (LR) y Longitud de tallo (LT), peso seco de raíz (PSR), peso seco de la parte aérea (PSA) y peso seco total (PST) de plántulas de garbanzo tratadas y no tratadas con extractos de algas marinas

Tratamiento	PFG (%)	T ₅₀ (días)	IG	IV	LR (cm)
Seco	6.6 a	13.6 a	0.17 a	0.41 a	0.58 a
Agua	6.2 a	13.0 a	0.13 a	0.38 a	0.51 a
Kelpro	6.9 a	13.5 a	0.23 a	0.40 a	0.63 a
Maxifrut	6.8 a	13.6 a	0.18 a	0.34 a	0.52 a
SeaCream	5.7 a	14.2 a	0.14 a	0.41 a	0.55 a

Valores dentro de la misma columna seguidos por las mismas letras son significativamente no diferentes usando la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de nivel de probabilidad.

4. Conclusiones

En este estudio, se confirma el efecto benéfico de la aplicación de extractos de algas marinas como un método de pretratamiento o acondicionamiento a las semillas en la germinación de garbanzo. Sin embargo, en concordancia con previos estudios, durante el desarrollo de la plántula, la aplicación en altas concentraciones trajo como resultado la inhibición o retardo en el crecimiento y desarrollo de plántula. El efecto y el método de aplicación de estos extractos orgánicos en las diferentes etapas del cultivo son considerablemente complejos por lo que es necesario realizar estudios adicionales sobre el uso de este recurso natural como una fuente alternativa, ya sea como biofertilizante, bioestimulante o como regulador del crecimiento.

Referencias

1. Akhtar, Y., F. Aziz and A. Ajmal. 2015. Studies on the Effect of Soil Amendment Seaweed Fertilizer (Ssf) of *Botryocladia Leptopodia* (J. Agardh) Kylin (Red Algae) On Growth and Biochemical Constituents of *Cicer Arietinum* (Chick Pea). *Int J Recent Sci Res.* 6: 6246-6250. Recuperado de: <http://www.recentscientific.com/sites/default/files/3362.pdf>
2. AOSA. 1983. Seed vigor testing handbook. East Lansing: ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. 93p
3. Boghdady, M.S., D. A. H. Selim, R. M.A. Nassar, and A. M. Salama. 2016. Influence of foliar spray with seaweed extract on growth, yield and its quality, profile of protein pattern and anatomical structure of chickpea plant (*Cicer arietinum* L.). *Middle East Journal of Applied Sciences.* 6:207-221. Recuperado de: <http://www.curreweb.com/mejas/mejas/2016/207-221.pdf>
4. Carvalho, M.E.A., P.R.C. Castro, A.D.C. Novembre, and H.M.C.P. Chamma. 2013. Seaweed Extract Improves the Vigor and Provides the Rapid Emergence of Dry Bean Seeds. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 13:1104-1107. DOI: 10.5829/idosi.ajeaes.2013.13.08.11015
5. Coolbear, P., A. Francis, and D. Grierson. 1984. The Effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. *Journal of Experimental Botany.* 35:1609-161.
6. Demir, N, B. Dural, and K. Yildirim. 2006. Effect of seaweed suspensions on seed germination of tomato, pepper and aubergine. *Journal of Biological Sciences* 6:1130-1133. Recuperado de: <http://www.docsdrive.com/pdfs/ansinet/jbs/2006/1130-1133.pdf>
7. Gayathri, P. K., D. Arun, M. Chandran, and D. Yuvaraj. 2014. Studies on Effect of Seaweed Extracts on Crop Plants and Microbes. *International Journal of ChemTech Research.* 6:4235-4240. Recuperado de: [http://www.sphinxesai.com/2014/RTBCE/3/\(4235-4240\)%20014.pdf](http://www.sphinxesai.com/2014/RTBCE/3/(4235-4240)%20014.pdf)
8. Hernández-Herrera R., F. Santacruz-Ruvalcaba, M. Ruiz-López, J. Norrie, and G. Hernández-Carmona. 2013. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *J Appl Phycol.* DOI 10.1007/s10811-013-0078-4
9. Hussain A. and Boney AD (1973) Hydrophilic growth inhibitors from *Laminaria* and *Ascophyllum*. *New Phytol* 72:403-410. Recuperado de: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1469-8137.1973.tb02048.x>
10. Islam, A.K, N. Anuar, and Z. Yaakob. 2009. Effect of genotypes and pre-sowing treatments on seed germination behavior of jatropha. *Asian J. Plant Scie.* 8:433-439. DOI: 10.3923/ajps.2009.433.439
11. ISTA. 1985. International rules for seed testing. Determination of moisture content. *Seed Sci Technol.* 13:338-341.
12. Kaur S., A. K. Gupta, and N. Kaur. 1998. Gibberellic acid and kinetin partially reverse the effect of water stress on germination and seedling growth in chickpea. *Plant Growth Regulation.* 25:29-33. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1005997819857>

13. Khan W., U.P. Rayirath, S. Subramanian, M.N. Jithesh, P. Rayorath, D.M. Hodges, A.T. Critchley, J.S. Craigie, J. Norrie, and B Prithiviraj. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Plant Growth Regul* 28:386–399. DOI: 10.1007/s00344-009-9103-x.
14. Kocira, S., A. Kocira, R. Kornas, M. Koszel, M. Szmigielski, M. Krajewska, A. Szparaga, and Z. Krzysiak. 2017. Effects of seaweed extract on yield and protein content of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivars. *Legume Research A international Journal*. Disponible en: <https://arccjournals.com/uploads/Final-article-attagemnt-with-doi-LR-383.pdf>
15. Möller, M. 1996. Effects of seaweed suspensions on seed germination and seedling growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) and lettuce (*Lactuca sativa* L.). PhD Thesis. The University of Edinburgh. Recuperado de: <https://www.era.lib.ed.ac.uk/bitstream/handle/1842/11857/Moller1996.pdf?>
16. Mooney, P.A. and J. Van Staden. 1986. Algae and cytokinins. *Journal of Plant Physiology*. 123:1–2.
17. Norrie, J., 2008. Seaweed extracts and their application in crop management programs. Recuperado de: <http://www.acornorganic.org/pdf/Soil%20Fertility-%20Seaweed.pdf>
18. Patel. R.V., K. Y. Pandya, R.T. Jasrai, and N. Brahmabhatt. 2017. Effect of hydropriming and biopriming on seed germination of Brinjal and Tomato seed. *Res. J. Agriculture and Forestry*. 5:1-14. Recuperado de: http://www.isca.in/AGRI_FORESTRY/Archive/v5/i6/1.ISCA-RJAFS-2017-027.pdf
19. Prajapati, A., C. K. Patel, N. Singh, S. K. Jain, S. K. Chongtham, M. N. Maheshwari, C. R. Patel, and R. N. Patel. 2016. Evaluation of Seaweed Extract on Growth and Yield of Potato. *Environment & Ecology*. 34:605-608. Recuperado de: <https://tiptiktak.com/evaluation-of-seaweed-extract-on-growth-and-yield-of-potato.html>
20. Rathore S.S., D.R. Chaudhary, G.N. Boricha, A. Ghosh, B.P. Bhatt, S.T. Zodape, and J.S. Patolia. 2009. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African Journal of Botany*. 75:351–355. doi:10.1016/j.sajb.2008.10.009
21. Sasikala, M., E. Indumathi, S. Radhika, and R. Sasireka. 2016. Effect of Seaweed Extract (*Sargassum tenerrimum*) on Seed Germination and growth of Tomato Plant (*Solanum lycopersicum*). *International Journal of ChemTech Research*. 9:285-293. Recuperado de: [http://sphinxsai.com/2016/ch_vol9_no9/1/\(285-293\)V9N9CT.pdf](http://sphinxsai.com/2016/ch_vol9_no9/1/(285-293)V9N9CT.pdf)
22. Sivritepe, N. and Ö. Sivritepe. 2008. Organic Priming with Seaweed Extract (*Ascophyllum nodosum*) Affects Viability of Pepper Seeds. *Asian Journal of Chemistry*. 20:5689-5694. Recuperado de: http://www.asianjournalofchemistry.co.in/User/ViewFreeArticle.aspx?ArticleID=20_7_106
23. Zheng, S., J. Jiang, M. He, S. Zou, and Ch. Wang. 2016. Effect of Kelp Waste Extracts on the Growth and Development of Pakchoi (*Brassica chinensis* L.). *Scientific Reports*. 6:38683. DOI: 10.1038/srep38683.

Capacidad Antioxidante De Siete Variedades De Cítricos, Utilizando Un Método Fotométrico

Manríquez Rivera G. A., Beltrán Morales F. A., López Talamantes C., Arce Amezquita P., Ruiz Espinoza F.H., Loya Ramírez J. G., Zamora Salgado S.

Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al sur Km 5.5, La Paz, Baja California Sur. México gissmr22@gmail.com

Resumen

Los antioxidantes muestran una gran capacidad para captar radicales libres causantes del estrés oxidativo, atribuyéndoseles a su vez un efecto beneficioso en la prevención de enfermedades. Uno de los métodos para medir la capacidad antioxidante es el DPPH. En este estudio se midió la capacidad antioxidante de siete variedades de cítricos obtenidos en mercados locales tales como, Naranja *Fortunella japonica* Thumb *Swing*; Toronja *Citrus paradisi* Macf; Naranja *Citrus sinensis* L. Osbeck originaria de La Paz; Naranja *Citrus sinensis* L. Osbeck de Ciudad Constitución; Limón *Citrus limetta* Risso de Guadalajara; Limón *Citrus limetta* Risso originaria de Michoacán; y Limón *Citrus latifolia* Tan de Guadalajara. Además se midieron la conductividad eléctrica, grados Brix y Ph. La variedad de cítrico que mostró la mayor capacidad antioxidante fue la Naranja *Fortunella japonica* Thumb *Swing* con 1.623 mg equivalentes de trolox por gr muestra, en contraste, la menor capacidad antioxidante se encontró en el limón (*Citrus limetta* Risso) originario de Michoacán con 0.800 mg equivalentes de trolox por gr muestra.

Palabras Clave: Nutrientes, oxidación, espectrofotómetro.

Abstract

Antioxidants are a great ability to capture free radicals cause of oxidative stress, attributing them to turn a beneficial effect in the prevention of diseases. One of the methods to measure the antioxidant capacity is the DPPH. This study measured the antioxidant capacity of seven varieties of citrus obtained in local markets such Naranja *Fortunella japonica* Thumb *Swing*; Grapefruit *Citrus paradisi* Macf; Orange *Citrus sinensis* L. Osbeck originally from La Paz; Orange *Citrus sinensis* L. Osbeck from Ciudad Constitution; Lemon *Citrus limetta* Risso of Guadalajara; Lemon *Citrus limetta* Risso originally from Michoacán; and lemon *Citrus latifolia* Tan of Guadalajara. In addition, the electrical conductivity, Brix degrees and Ph were measured. The variety of citrus fruit that showed the highest antioxidant capacity was Naranja *Fortunella japonica* (Thumb.) *Swing* with 1.623 mg equivalents of Trolox per gr, by contrast, the lower antioxidant capacity was found in the lemon (*Citrus limetta* Risso) originally from Michoacán with 0.800 mg equivalents of trolox per gr.

Key words: nutrients, oxidation, spectrophotometer.

1. Introducción

El cultivo de cítricos, es uno de los más comerciales e importantes en el mundo; incluye naranjas, mandarinas, limones, limas y pomelos los cuales recibieron interés en su cultivo en las últimas décadas, con una producción estimada entre 80 a 115 millones de toneladas métricas por año. Las plantas del género *Citrus* (*Rutaceae*) están recibiendo mucha atención por sus propiedades nutritivas y biológicas. Otra importancia de los cítricos, es debido a que son una fuente de compuestos bioactivos tales como vitaminas, carotenoides, fibra y compuestos fenólicos, flavanonas, antocianinas y ácido hidrocínamico, los cuales están distribuidos en las plantas que ofrecen propiedades funcionales y son responsables del color y sabor de muchas plantas (Ordoñez, Reátegui, Villanueva, 2018).

Diversas publicaciones, hacen referencia a los efectos benéficos de los polifenoles obtenidos de plantas y frutas (Ordoñez *et al.*, 2018); Los fenoles, especialmente los flavonoides y los antocianos, muestran una gran capacidad para captar radicales libres causantes del estrés oxidativo, atribuyéndoseles a su vez un efecto beneficioso en la prevención de enfermedades tales como: cardiovasculares, circulatorias, cancerígenas y neurológicas. Poseen actividades anti-inflamatoria, antialérgica, antitrombótica, antimicrobiana y antineoplásica (Kuskoski, Asuro, Troncoso, Mancini, Fett, 2005). Uno de los métodos *in vitro* para medir la capacidad antioxidante de una especie o sustancia, se basa en la estabilidad del radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) la cual se atribuye a la deslocalización del electrón desapareado, esta deslocalización también le otorga una coloración violeta caracterizada por una banda de absorción, en solución etanólica, centrada alrededor de 520 nm. Cuando una disolución de DPPH entra en contacto con una sustancia que puede donar un átomo de hidrógeno o con otra especie radical (R.) se produce la forma reducida DPPH-H ó DPPH-R con la consecuente pérdida del color y por lo tanto la pérdida de la absorbancia (Muñoz y Gutiérrez, 2004); con base en lo anterior en esta investigación se midió la capacidad antioxidante de siete variedades de cítricos.

2. Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo durante el mes de Junio en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, situada en el km 5.5 de la Carretera al Sur, en la Ciudad de La Paz. De acuerdo con Robles (1998), la ciudad de La Paz se encuentra en el extremo nordeste del Valle de La Paz, localizada en 24°10" latitud norte y 110° 19" longitud oeste, a 18.5 metros sobre el nivel del mar. El análisis se llevó a cabo en el laboratorio de Farmacognosia. Las muestras de cítricos se obtuvieron de mercados locales y las variedades disponibles fueron: Naranjita *Fortunella japonica* Thumb *Swing.*; Toronja *Citrus paradisi* Macf; Naranja *Citrus sinensis* L. Osbeck originaria de La Paz; Naranja *Citrus sinensis* L. Osbeck de Ciudad Constitución; Limón *Citrus limetta* Risso de Guadalajara; Limón *Citrus limetta* Risso originaria de Michoacán; y Limón *Citrus latifolia* Tan de Guadalajara. El parámetro a evaluar fue el poder antioxidante a partir de las hojas, tallos y frutos de las muestras anteriormente mencionadas, se licuaron 100 gr de cada muestra con 100 ml de

agua destilada y se filtró; primero con un papel filtro y embudo se filtró al vacío con un filtrador marca Welch GEM 1.0 Vacuum Pump para evitar el paso de los sólidos, después se midieron sólidos solubles totales o grados Brix con un medidor marca Hanna modelo HI 96801; así mismo se midió pH y C.E con un medidor marca Hanna modelo HI98130. Se realizó una dilución de 1:1 30 ml de cada muestra filtrada y 30 ml de metanol, los cuales fueron mezclados, y se tomó una parte de dicha solución con un micro pipeta y se filtró utilizando algodón absorbente PROTEC pro para separar las partículas más pequeñas y se obtuviera la muestra pura, después se preparó la solución stock DPPH se pesaron 8 mg de DPPH y se aforó en 100 ml metanol se dejó 30 minutos en la oscuridad, siguiendo se realizó una lectura en un espectrofotómetro UV visible Thermo Scientific™ GENESYS 10S modelo G10S UV-VIs. Después se preparó la muestra problema, en el cual se realizó 1 testigo de cada muestra con 0.025 ml de muestra problema 1.975 ml de metanol y 4 repeticiones cada muestra con 0.025 ml de muestra problema 0.975 ml de metanol y 1.00 ml de solución stock de DPPH y se realizó una lectura en un espectrofotómetro UV visible Thermo Scientific™ GENESYS 10S modelo G10S UV-VIs. El análisis de resultados se determinó utilizando el programa estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2012) se utilizó el experimento de bloques al azar y se corrió un análisis de varianza y comparaciones de las medidas (Tukey HSD $p=0.05$).



Figura 1. Cítricos y medición de variables en laboratorio

3. Resultados y discusión

En la Cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos al calcular la capacidad antioxidante de cada vegetal con el método del DPPH medido en mg equivalentes de trolox por gr de muestra. Los valores muestran que el vegetal que obtuvo el primer lugar fue naranjita con 1.623 mg equivalentes de trolox por gr de muestra, como también presenta buena conductividad y grados Brix; la naranja de origen del valle presentó el segundo lugar 1.446 mg equivalentes de trolox por gr de muestra, el tercero la toronja con 1.376 mg equivalentes de trolox por gr de muestra, el cuarto el limón de origen de Guadalajara con 1.179 mg equivalentes de trolox por gr de muestra, el quinto lugar limón Guadalajara 1.092 mg equivalentes de trolox por gr de muestra, en sexto lugar la naranja de origen paceño con 1.016 mg equivalentes de trolox por gr de muestra y por último lugar el limón de origen michoacano con 0.800 mg equivalentes de trolox por gr de muestra. De acuerdo con Ordoñez *et al.* (2018) los cítricos presentan actividad antioxidante de

polifenoles está relacionado a su propiedad redox; una parte del fenol (grupo hidroxilo en el anillo aromático) actúa como agente reductor, donando hidrógeno y quelando oxígeno sínglete. Podría deberse a que los cítricos son fuente importante de muchos compuestos bioactivos, como ácidos fenólicos y glucósidos de flavanona, la naringina y la hesperidina, los llamados flavonoides cítricos, son las dos principales flavanonas glucosídicas (Delgado, Betanzos, Sumaya, 2010).

Cuadro 1.- Cuadro de resultados obtenidos de las variantes calculadas, capacidad antioxidante, conductividad eléctrica, pH y sales solubles

Muestra	mg eq Trolox por gr muestra	Ce dsm ⁻¹	pH	Grados Brix
Naranjita (<i>Fortunella japonica</i> Thumb.) Swing.	1.623a	7.745a	2.0355d	17.775a
Toronja (<i>Citrus paradisi</i> Macf.)	1.376b	3.818c	3.033c	12.80c
Naranja (<i>Citrus sinensis</i> (L.) osbeck.) La Paz	1.016d	3.700c	4.443 ^a	14.225b
Naranja (<i>Citrus sinensis</i> (L.) osbeck.) Cd. Constitución	1.446b	4.203c	3.310b	14.275b
Limón (<i>Citrus limetta</i> Risso.) Guadalajara	1.092cd	5.240b	2.013e	8.850e
Limón (<i>Citrus limetta</i> Risso.) Michoacan	0.800e	5.155b	2.060e	8.425f
Limón (<i>Citrus latifolia</i> Tan.) Guadalajara	1.179c	3.990c	2.045e	9.400d

4. Conclusión

El cultivo de cítricos, es uno de los más comerciales e importantes en el mundo, generalmente constituidos por mezclas de compuestos con elevada diversidad molecular y funcionalidad biológica, como los flavonoides que son compuestos con elevado poder antioxidante y como ejemplo de ello la naranjita presentó mayor poder antioxidante con respecto a las demás variedades de cítricos con un valor de 1.623 mg equivalentes de trolox por gr de muestra.

Referencias

1. Delgado O.L., Betanzos C. G., Sumaya M. M. (2010). Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. Universidad Autónoma de Aguascalientes Aguascalientes, México. , pp. 10-15.
2. Muñoz J. M. A., Gutiérrez. D. M., (2004). determinación de actividad antioxidante de diversas partes del árbol *Nicotiana Glauca*; Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro. 1-4
3. Kuskoski E., Asuro A., Troncoso A., Mancini-Filho J., Fett R., (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos; Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 25(4): 726-732
4. Ordoñez-Gómez E.S.; Reátegui-Díaz; Villanueva-Tiburcio. (2018). Polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y hojas de doce cítricos; Scientia Agropecuaria 9(1): 113 – 121.

Producción De Plantas De Tomate (*Solanum Lycopersicum L.*) Con Tres Guanos Orgánicos

Meraz Lucero M.S., Beltrán Morales F. A., López Talamantes C., Murillo Chollet J.S.A., Ruiz Espinoza F.H., Loya Ramírez J. G., Zamora Salgado S.

Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al sur Km 5.5, La Paz, Baja California Sur. México sophia_chapis@hotmail.com

Resumen

En 2008, México ocupó el doceavo lugar como productor de tomate y el segundo lugar como exportador. Este fruto es también de gran importancia socioeconómica por su amplio y variado consumo en fresco y procesado, alta rentabilidad, alto valor nutritivo (vitamina A y C) y gran demanda de mano de obra. El trabajo, se llevó a cabo en Abril de 2018 en una casa malla con un 80% de sombra en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. El sustrato para la siembra fue preparado mezclando 10% y 20% del guano (Guano de pato, Guano de murciélago y Gallinaza), y completando el 100% con el sustrato comercial Peat Moss; se realizaron 5 repeticiones. Las variables que se midieron fueron: emergencia, altura, número de hojas, diámetro de tallo, peso verde y seco de la planta. El guano de pato al 10% y el testigo fueron los mejores abonos orgánicos para la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) y el abono orgánico a base de guano de murciélago al 20% fue en donde las plántulas no se desarrollaron debido al alto contenido de sales.

Palabras Clave: Fertilizante, aves marinas, guano de murciélago.

Abstract

In 2008, Mexico occupied the twelfth place as producer of tomato and the second as an exporter. This fruit is also of great socioeconomic importance due to its wide and varied consumption in fresh and processed, high profitability, high nutritional value (vitamin A and C) and high demand for labor. Work was conducted in April of 2018 in a House mesh with 80% of shadow at the Autonomous University of Baja California Sur. The substrate for sowing was prepared by mixing 10% and 20% of the guano (sea bird manure, bat guano and chicken manure), and completing 100% with the commercial substrate Peat Moss; 5 repetitions were performed. The variables that were measured were: emergence, height, number of leaves, stem diameter, green and dry weight of the plant. Guano from duck to 10% and the witness were the best organic fertilizer for the production of seedlings of tomato (*Solanum lycopersicum L.*) and the organic fertilizer based on 20% bat guano was where seedlings were not developed due to the high salts content.

Key words: Fertilizer, marine birds, bat guano.

1. Introducción

El jitomate es originario de la América del Sur, de la región andina, particularmente de Perú, Ecuador, Bolivia y Chile. Sin embargo, su domesticación fue llevada a cabo en México. El nombre de jitomate procede del náhuatl *xictli*, ombligo y *tomatl*, tomate, que significa tomate de ombligo. El tomate es una planta de familia de las Solanáceas, cuya especie básica de *Solanum lycopersicum*. El tomate es la segunda hortaliza más importante después del chile (*Capsicum annuum* L.). En 2008, México ocupó el doceavo lugar como productor de tomate y el segundo lugar como exportador. Este fruto es también de gran importancia socioeconómica por su amplio y variado consumo en fresco y procesado, alta rentabilidad, alto valor nutritivo (vitamina A y C) y gran demanda de mano de obra. Los principales estados productores de tomate en la República Mexicana son: Sinaloa (con más de 35% de la superficie cosechada), Baja California Norte, San Luis Potosí, Michoacán, Nayarit, Morelos y Sonora (SAGARPA, 2010). La superficie total sembrada de tomate en México fue de unas 51,861.10 ha en el 2016 (SAGARPA, 2016). A pesar de ello, los rendimientos promedio de producción se han incrementado debido a los avances tecnológicos y al uso de agricultura protegida, pasando de 23 t ha⁻¹ en 1990 a 39 t ha⁻¹ en 2010 (Robinson, 2010). El tomate, es el tercer de los cinco cultivos más importante a nivel nacional, generado en 2016 un ingreso de 23, 871,404.05 pesos. En Baja California Sur, es el cultivo más importante dedicado una superficie de siembra de 2,606.60 ha, una superficie cosechada de 2,606.60 ha, la producción fue de 135,222.9 t ha⁻¹, el rendimiento fue de 51.87 t ha⁻¹ y con un valor de producción 1,439,265.61 pesos (SAGARPA, 2016). México cuenta con 11,592 km de costas, de los cuales Baja California Sur, posee 2,705 km, lo que representa el 23.33% del total nacional (SIAP, 2013). Una fuente de nutrientes para la agricultura es el mar, específicamente los residuos marinos que genera (Da Costa *et al.*, 2010). El guano contiene altas concentraciones de Calcio, Magnesio, Nitrógeno, Fósforo, Cobre, Zinc, entre otros, elementos que complementan el desarrollo tanto de plantas de ornato como para todo tipo de vegetación mediante los microorganismos esenciales para el desarrollo de plantas sanas y estéticas. Con base en lo anterior, esta investigación tuvo por objeto evaluar tres guanos orgánicos en la producción de plantas de tomate.

2. Materiales y métodos

El trabajo, se llevó a cabo en Abril de 2018 en una casa malla con un 80% de sombra frente al edificio del Cuerpo Académico de Agricultura Sustentable de Zonas Áridas (CASUZA) de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, ubicado en el Municipio de La Paz, Baja California Sur, México. La casa malla está ubicada en las siguientes coordenadas: 24° 6' 3.14" Latitud Norte y 110° 18' 54.44" Longitud Oeste. (X=0569557 y Y= 2665366). Para la preparación de la siembra, como primero se molió los abonos (Guano de pato, Guano de murciélago y Gallinaza, después se pasó por un tamiz de No. 12 y por último se colocó en bolsas de plásticos de 2kg.

El sustrato para la siembra fue preparado mezclando 10% y 20% del guano (Guano de pato, Guano de murciélago y Gallinaza), y completando el 100% con el sustrato comercial Peat Moss. Para la siembra se seleccionaron dos



Figura 1. Preparación del experimento para la siembra

charolas con 192 cavidades. Posteriormente fueron esterilizadas agregando 10% de cloro en 20 litros de agua. Cada charola quedó dividida en 18 parcelas experimentales. El riego para las plántulas fue empezado el día 18 de abril de 2018, de rego dos veces por día finalizando así el 08 de junio del mismo año. Los tratamientos fueron (T2, T3, T4, T5, T6, T7) y un testigo (T1) y se realizaron 5 repeticiones. La emergencia de las plantas se registró el 23 de abril de 2018, al observar una protuberancia en el sustrato y ver la aparición de los cotiledones de la plántula y se contó el número de plantas emergidas. Ya completa la emergencia de todas las plantas y al paso del tiempo de desarrollo, fueron contadas las hojas verdaderas. Las hojas fueron contadas a partir de que tenían aproximadamente 0.5cm de longitud. Un total de 7 conteos fueron llevados a cabo iniciando el 4 de mayo de 2018 y finalizando el 31 de mayo del mismo año. La medición de altura de las plántulas fue realizada con una regla de 30cm, 2 veces por semana, iniciando el 30 de Abril de 2018 al 31 de mayo del mismo año. El diámetro del tallo fue medido con un vernier eléctrico (CALLIPER), cuando las plántulas tuvieron el suficiente grosor, solo se realizó una medición el día 08 de junio de 2018. El 08 de Junio de 2018, después de 1 mes y 21 días, las plántulas fueron extraídas de las charolas. Enseguida la parte aérea y la radicular fueron pesada en una báscula de precisión (OHAUS). Cada repetición de plántulas fueron colocada en un sobre manila y fueron colocada adentro de la estufa deshidratadora (SHEL-LAB) a una temperatura de 65°C después de tres días, las plántulas secas fueron retiradas de las estufa y nuevamente fueron pesada en la báscula de precisión. Finalmente fueron tomados los datos del peso verde y seco de las plántulas. El experimento fue analizado como un diseño completamente al azar con 5 repeticiones y 7 tratamientos. El análisis de los resultados se determinó utilizando el programa estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2012). Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar y se corrió un análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey HSD $p=0.05$).



Figura 2. Medición de las variables.

3. Resultados y discusión

Con respecto a la altura de planta, número de hojas, diámetro del tallo, peso verde y seco aéreo, peso verde y seco de la raíz, peso verde y seco de la planta, y el porcentaje de germinación se puede observar que los abonos orgánicos GP al 10% y el testigo fueron en donde las variables antes mencionadas presentaron características superiores; el abono orgánico a base de guano de murciélago al 20% no se desarrollaron las plantas, lo cual impacto en todas las variables. Además se tomaron los datos de conductividad eléctrica (CE) y Ph, siendo el guano de murciélago al 20% el que presento la mayor CE con 15.7 dSm^{-1} y el menor el testigo con 2.04. Con respecto al Ph el mayor fue el encontrado en la gallinaza el 20% con 8.15 y el menor el guano de pato al 10% con 6.57.



Figura 3. Comparación de los resultados de cada abono orgánico

4. Conclusión

El guano de pato al 10% y el testigo son los mejores abonos orgánico para la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) y el abono orgánico a base de guano de murciélago al 20% fue en donde las plántulas no se desarrollaron debido al alto contenido de CE y pH.

Cuadro 1. Variables fenológicas en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*)

Tratamiento	Altura de la planta (cm)	Número de hoja (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Peso verde aéreo (gr)	Peso verde raíz (gr)	Peso verde de la planta (gr)
Guano de Pato 10%	10a	3.3a	2a	2.4ab	0.7ab	3.2ab
Guano de Pato 20%	6.1a	1.9ab	1.1ab	0.8cd	0.1cd	0.9cd
Guano de Murciélago 10%	5.8a	1.6b	1b	0.8cd	0.1cd	0.9cd
Guano de Murciélago 20%	0b	0c	0c	0d	0d	0d
Gallinaza 10%	7.6a	2.3ab	1.4ab	1.8abc	0.5abc	2.3abc
Gallinaza 20%	6.4a	2.2ab	1b	1.2bcd	0.3bcd	1.5bcd
Testigo	10.1a	3.1a	2a	3.2a	1a	4.2a

Tratamiento	Peso seco aéreo (gr)	Peso seco raíz (gr)	Peso seco de la planta (gr)	Porcentaje de germinación (%)
Guano de Pato 10%	0.2ab	0.12ab	0.35 ab	66.6 ab
Guano de Pato 20%	0.07cd	0.03bc	0.10bc	9.9 d
Guano de Murciélago 10%	0.07cd	0.01bc	0.09c	46.6 ab
Guano de Murciélago 20%	0d	0c	0c	0 d
Gallinaza 10%	0.16abc	0.07bc	0.24bc	29.9 cd
Gallinaza 20%	0.11bcd	0.05bc	0.16bc	0 d
Testigo	0.31a	0.2a	0.51a	89.9 a

Referencias

1. Da costa P.A., Corral B. R, Illera V.M., López M.E. (2010). Empleo de un compost de algas y restos de pescado como sustrato para la producción de plantas hortícolas. Recursos Rurales no 6: IBADER: Instituto de Biodiversidad de Agraria e Desenvolvimiento Rural. pp. 89-94
2. Olivares S. E. (2012). Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L.
3. Robinson D. (2001). $\delta^{15}\text{N}$ as an integator of the nitrogen cycle. Trends in Ecology and Evolution 16.pp. 153-162.
4. SAGARPA (2010). Monografías, Jitomate. <http://www.sagarpa.gob.mx>. Consulta el 27 de agosto de 2018.
5. SAGARPA (2016). Superficie cosechada en México y en Baja California Sur. <http://www.sagarpa.gob.mx>. Consulta el 30 de agosto de 2018.
6. SIAP (2013). Costas Nacionales en México <https://www.gob.mx/siap>. Consulta el 28 de Agosto de 2018.

Contenido Inorgánico De Nitrógeno, Fósforo Y Potasio En Seis Abonos Orgánicos

Murillo Chollet J. S. A.¹, Beltrán Morales F. A.¹, Arce Ojeda D. R.¹, Meraz Lucero M. S.¹, Ruiz Espinoza F. H.¹, Loya Ramírez J. G.¹, Zamora Salgado S.¹, Murillo Amador B.²

¹Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al sur Km 5.5, Apartado Postal 19-B.

jsamurillo22@hotmail.com

²Centro de Investigaciones Bilógicas del Noroeste. La Paz, Baja California Sur. México

Resumen

El uso indiscriminado de fertilizantes ha contribuido a la salinidad de los suelos tanto como al agotamiento de recursos minerales del suelo ocasionando así dependencia a los fertilizantes sintéticos por parte de los productores agrícolas. En el presente trabajo se determinaron el contenido inorgánico de N, P, K en las formas asimilables para las plantas de 6 abonos orgánicos potenciales a utilizarse en la producción agrícola como una alternativa de reducción de costos de producción, cuidado al medio ambiente y nuevas ventanas de comercialización para productores de cultivos orgánicos. Las determinaciones de los elementos fueron realizados a través de un espectrofotómetro marca HANNA modelo HI83225-01. El abono con mayor contenido de nitrógeno en sus formas asimilables fue el guano de murciélago, seguido por la gallinaza y lombricomposta Fertium®. En el caso del fósforo, el abono que mostró la más alta cantidad de este nutriente fue de igual manera el guano de murciélago seguido por la gallinaza y estiércol de vaca. Para la determinación de potasio fue el guano de murciélago quien obtuvo el resultado más alto junto con la gallinaza y lombricomposta Fertium®.

Palabras Clave: espectrofotómetro, cultivos orgánicos, contenido inorgánico.

Abstract

The indiscriminate use of fertilizers has contributed to the salinity of the soil as well as to the exhaustion of mineral resources of the soil causing dependence on synthetic fertilizers by farmers. In the present study was determined the inorganic content of N, P, K in assimilable forms for the plants of six organic fertilizers potential to be used in organic agricultural production as an alternative to reducing costs of production, care for the environment and new windows of marketing for producers of organic crops. Elements determinations were performed with a HANNA spectrophotometer model HI83225-01. The fertilizer with higher content of nitrogen is assimilated forms was the bat guano, followed by the chicken manure and vermicompost Fertium®. In the case of phosphorus, the fertilizer that showed the highest amount was similarly bat guano followed by the chicken and cow manure. For the determination of potassium was bat guano who obtained the highest score along with the manure and vermicompost Fertium®.

Key words: spectrophotometer, organic agriculture, inorganic content.

1. Introducción

Durante la Revolución Verde en México, la práctica general sobre la fertilización del suelo se concentraba en aplicar fertilizantes químicos de nitrógeno y fósforo, marginando a los abonos orgánicos, que fueron la base y sustento de la agricultura por siglos (Arredondo, 1996). Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos. El suelo con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas. Los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo; estas características son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad de agregados. (Arredondo, 1996). La composición química de los abonos orgánicos por supuesto variara de acuerdo con el origen de estos. Las plantas, los residuos de cosecha, los estiércoles, etc. difieren grandemente en cuanto a los elementos que contienen. Las características químicas del suelo que cambian por efecto de la aplicación de abonos orgánicos son obviamente el contenido de materia orgánica; derivado de esto aumenta el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio de cationes, el pH y la concentración de sales. Las características biológicas se deben a que los estiércoles contienen grandes cantidades de compuestos de fácil descomposición, cuya adición casi siempre resulta en un incremento de la actividad biológica. Los microorganismos influyen en muchas propiedades del suelo y también ejercen efectos directos en el crecimiento de las plantas. En la mayoría de los casos, el resultado del incremento en la actividad biológica, repercute en el mejoramiento de la estructura del suelo por efecto de la agregación que los productos de la descomposición ejercen sobre las partículas del suelo; las condiciones de fertilidad aumentan lo cual hace que el suelo tenga la capacidad de sostener un cultivo rentable (Trinidad, 1987). Basados en lo anterior nos propusimos determinar el contenido de N, P, K asimilables en seis abonos orgánicos.

2. Materiales y métodos

El trabajo de investigación se llevó a cabo durante los meses de marzo a junio del 2018; en el laboratorio de suelos de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), que se encuentra situada en el km 5.5 carretera al Sur, ubicada en la ciudad de La Paz. Localizada en 24°10 latitud norte y 110°19 longitud oeste, a 18.5 metros sobre el nivel del mar. Los abonos orgánicos estudiados fueron lombricomposta Fertium®, lombricomposta UABCS, estiércol de vaca, gallinaza, guano de pato y guano de murciélago, los cuales fueron sometidos a determinación fotométrica para evaluar los contenidos de N, P, K en sus formas asimilables para las plantas. Las variables a evaluar fueron: nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_3\text{-N}$), amoniaco (NH_3), amonio (NH_4^+), nitrógeno en forma de nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$), Nitrato (NO_3), fósforo (P), ion fosfato (PO_4^{3-}), óxido de fósforo (P_2O_5), catión potasio (K^+) y óxido de potasio (K_2O). En un recipiente de plástico se añadió 1kg de abono orgánico, donde posteriormente se agregó agua destilada con el fin de llevar el abono a capacidad de campo, después de concluir con ese paso se colocó un

lisímetro marca Irrrometer para la extracción de la muestra. Para el análisis de los abonos orgánicos se usó un espectrofotómetro marca HANNA modelo HI83225-01, el cual funciona monitoreando la muestra en tres diferentes rangos. Este fotómetro ya ha sido utilizado por otros investigadores para determinaciones de nutrimentos (Kumari A. et al 2014, Janeiro R., 2014).

La preparación de la muestra y medición de los parámetros se llevaron a cabo con base en la guía rápida para el manejo del fotómetro multiparametrico HI83225-01, se realizaron 4 repeticiones para cada parámetro. Además se midió la conductividad eléctrica (CE) y el pH de cada abono orgánico con un instrumento marca HANNA modelo HI98130. El análisis de los resultados se realizó utilizando el programa estadístico que lleva por nombre Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2012). Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar y se corrió un análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey HSD $p=0.05$).



Figura 1. Toma de muestras y medición de formas inorgánicas de N, P, K con espectrofotómetro

3. Resultados y discusión

El abono de guano de murciélago mostró la más alta cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio, en el caso de nitrógeno fue el más alto en $\text{NH}_3\text{-N}$ con 7680 mg L^{-1} , 9400 mg L^{-1} de NH_3 y 9960 mg L^{-1} de NH_4 . Sin embargo el más alto en nitrógeno en forma de $\text{NO}_3\text{-N}$ con 1600 mg L^{-1} y 7040 mg L^{-1} de NO_3 fue la lombricomposta Fertium®. Con respecto al fósforo, el Guano de murciélago obtuvo 6520 mg L^{-1} de PO_4^{3-} y 4860 mg L^{-1} de P_2O_5 seguido por la gallinaza con 600 mg L^{-1} de PO_4^{3-} y 420 mg L^{-1} de P_2O_5 . En la determinación de potasio, en el guano de murciélago se encontró una cantidad de 11675 mg L^{-1} de K^+ y 14080 de K_2O seguido por la gallinaza con una concentración de 10160 mg L^{-1} de K^+ y 12160 de K_2O . El abono orgánico con mayor valor de conductividad Eléctrica en fue el guano de murciélago con 70.9 dSm^{-1} seguido de la gallinaza con 44.3 , el abono con la CE más baja fue la lombricomposta elaborada en la UABCS con 12.2 dSm^{-1} . En una investigación similar, Beltrán *et al* (2016) encontraron que el estiércol de gallina es el más rico en $\text{NH}_3\text{-N}$, NH_3 y NH_4^+ ; y la lombricomposta Fertium contiene la mayor cantidad de $\text{NO}_3\text{-N}$ y NO_3 . Por otra parte la lombricomposta elaborada en la UABCS mostró las cantidades más bajas de todos los nutrientes analizados.

Cuadro 1. Contenido inorgánico de nitrógeno, fósforo y potasio de seis abonos orgánicos

Tratamiento	NO ₃ -N	NO ₃	NH ₃ -N	NH ₃	NH ₄
Lombricomposta Fertihum®	1600a	7040a	16.5c	20c	21.5c
Lombricomposta UABCS	280b	1360b	11c	12c	12c
Guano de Pato	21b	89b	44c	52c	56c
Guano de Murciélago	0b	0b	7680a	9400a	9960a
Gallinaza	84b	376b	3930b	4790b	5080b
Estiércol de Vaca	42b	180b	460c	550c	590c

Tratamiento	P	PO ₄ ⁻³	P ₂ O ₅	K ⁺	K ₂ O
Lombricomposta Fertihum®	22.5c	68.5c	51.5c	7080abc	8480abc
Lombricomposta UABCS	15c	34c	31c	1120cd	1320cd
Guano de Pato	50c	146bc	150bc	192d	232d
Guano de Murciélago	2140a	6520a	4860a	11675a	14080a
Gallinaza	200b	600b	420b	10160ab	12160ab
Estiércol de Vaca	87.5c	268.5bc	201bc	4640bcd	5520bcd

4. Conclusiones

El abono de guano de murciélago mostro la más alta cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio, seguido por la gallinaza. Sin embargo el más alto en nitrógeno en forma de NO₃-N con 1600 mg L⁻¹ y 7040 mg L⁻¹ de NO₃ fue la lombricomposta Fertium®. Por otra parte, el guano de murciélago también fue el abono con mayor índice de salinidad lo que repercute en su uso como abono orgánico en la producción agrícola.

Referencias

- Arredondo V, C. (1996). Aplicación de estiércol bovino como complemento a la fertilización química de maíz de temporal. p. 194. In: Memorias del XXVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Obregón, Sonora, México.
- Janeiro C.R. (2014). Análisis químico del extracto celular en fresa mediante laboratorios portátiles. Colegio de Postgraduados de Chapingo. México.
- Kumari Ankita, Vaishali Sharma, Akhilendra K. Pathak, Chandan Guria. (2014). Cultivation of *Spirulina latensis* using NPK-10:26:26 complex fertilizer and simulated flue gas in sintered disk chromatographic glass bubble column. Journal of Environmental Chemical Engineering.
- Olivares Saenz E. (2012). Programa Estadístico Versión 1.0. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Trinidad S. A. (1987). El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola. Cuadernos de Edafología 10. Colegio de Postgraduados, México.

¿La Entidad Importa? Respuesta Del Melón Al Uso De Dos Productos Comerciales A Base De Hongos Micorrizicos

Mccaughey Espinoza Diana M.¹, Ochoa Espinosa María Fernanda², Coronado Espericueta Miguel Andrés², Moreno Salazar Sergio F.³, Rentería Martínez M. Eugenia³, Ochoa Meza Andrés³

¹Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad de Sonora

²Pasante de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Sonora

³Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora andres.ochoa.unison.mx

Resumen

El cuidado de los recursos naturales es una preocupación cada vez más recurrente, lo que ha llevado la búsqueda de tecnologías encaminadas a la conservación de los recursos agua y suelo. La inoculación con hongos micorrizicos arbusculares (HMA) es una práctica que puede usarse para alcanzar los objetivos de producción a la vez que contribuye al cuidado del ambiente. Se estableció un ensayo para comparar dos productos a base de HMA en el cultivo de melón. Los resultados muestran que la producción y calidad son iguales en ambos tratamientos, con resultados contrastantes en la interacción micorrizica. Se concluye que es factible usar cualquier producto, sin embargo, es necesario probar los productos por periodos más largos a fin de asegurar los beneficios atribuidos a la colonización micorrizica.

Palabras Clave: inoculación, micorriza arbuscular, producción orgánica.

Abstract

Taking care of natural resources is a recurring concern, which is lead the search for technologies aimed at the conservation of water and soil. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) is a practice that can be used to achieve production goals while contributing to the care of the environment. A trial was established to compare two AMF-based products on muskmelon. The results show that the production and quality are equal in both treatments, with contrasting results in the mycorrhizal interaction. It is concluded that it is feasible to use any product, however, it is necessary to test the product for longer periods in order to obtain the benefits attributed to mycorrhizal colonization.

Key words: inoculation, arbuscular mycorrhiza, organic production.

1. Introducción

El melón es uno de los cultivos de mayor importancia económica y social para nuestro país, donde se establecen un poco menos de 30 mil ha anuales, que requieren de hasta 120 jornales por ha (SIAP, 2018). En los sistemas actuales de producción la tendencia hacia la conservación de los recursos naturales, ha llevado a buscar paquetes tecnológicos con miras a preservar la

inocuidad y alcanzar producciones sustentables, en esto, las interacciones microbio-planta son de los eventos más importantes que contribuyen a una agricultura sostenible (Rai, 2006). Los hongos micorrizicos arbusculares (HMA) se consideran organismos clave en el sistema planta-suelo ya que influyen en la nutrición de las plantas, pero para los cuales Raviv (2010) establece que su uso en agroecosistemas de zonas áridas, es un tema que requiere varios estudios para establecer apropiadamente las poblaciones que permitan la sostenibilidad y la obtención de los beneficios generalmente atribuidos a la simbiosis micorrízica (Hamel y Plenchette, 2007). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue comparar el efecto de dos productos comerciales a base de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), en la interacción y producción del cultivo de melón.

2. Materiales y métodos

El trabajo se estableció en camas meloneras con 2 metros de separación, a las que se adicionó lombricomposta a razón de 2.5 ton ha⁻¹. Las plántulas de melón se establecieron al mes de desarrollo en charola, dejando una separación de 50 cm entre plantas. Los tratamientos consistieron en la inoculación de dos productos comerciales a base de HMA, el primero consta de propágulos de cuatro especies (*Entrophospora colombiana*, *Glomus intraradices*, *G. etunicatum* y *G. clarum*; VAM-PHC; PHC México) y se identifica como Consorcio en lo sucesivo, mientras que el segundo solo tiene una especie (*Glomus tenuihypharum* var. *iranicum*; Myco-Up; Symborg, España) y se identifica como Monospórico en lo sucesivo, en ambos casos se inoculó a la dosis recomendada por el fabricante, al momento de hacer el trasplante. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, considerando un testigo sin inocular donde se espera la inoculación con las especies nativas presentes. Las variables de micorrización que se evaluaron fueron: Colonización Micorrízica (%CM), Densidad Visual (%DV) y Pelos Radicales (%PR), para lo que se siguieron las metodologías de Phillips y Hayman (1970), Giovannetti y Mosse (1980) y Herrera *et al.* (2004).

Las variables de rendimiento que se evaluaron en este trabajo fueron las siguientes: Diámetro del fruto en cm y peso en kg, y Sólidos solubles totales (grados brix).

3. Resultados y discusión

Los valores de CM en el tratamiento monospórico son los menores del ensayo, resaltando que el testigo fue quien presentó la CM más alta, con prácticamente todas las raíces colonizadas por HMA, en este caso, nativos. Por otra parte, resalta que los valores son superiores a los encontrados por Padilla *et al.* (2006) quienes aplicaron microorganismos que favorecen la actividad de HMA. En nuestro caso, los valores de CM en los testigos nos indican la adaptación de los HMA nativos y por lo tanto su mejor capacidad para colonizar las raíces del melón.

El nivel de ocupación de la raíz es tanto o más importante que la medición del porcentaje de raíces colonizadas, ya que nos da una indicación de la efectividad de la asociación. Entre el

tratamiento con el consorcio de HMA y el testigo se encuentran los valores mas altos de DV, mientras que en el producto monospórico la DV es casi 10 veces menor.

Cuadro 1. Variables de micorrización

Tratamiento/Parámetro	%CM	%DV	%Pelos radicales
Consortio	87.9 ± 7.0 b	5.9 ± 2.8 b	0.32 ± 0.12 b
Monospórico	44.0 ± 7.8 a	0.5 ± 0.1 a	0.10 ± 0.06 a
Testigo	98.5 ± 2.1 b	4.1 ± 2.6 b	0.29 ± 0.11 b

Valores son promedio de 4 repeticiones ± desviación estándar.

Medias con letras iguales en la misma columna no son estadísticamente diferentes (Duncan 0.05)

En cuanto a pelos radicales se encontró diferencia significativa de la inoculación con el producto monospórico con respecto del consorcio y el testigo, los cuales resultaron estadísticamente iguales entre si (Cuadro 1). Dado que tanto los pelos absorbentes como las hifas de HMA cumplen la misma función en absorción de agua y nutrientes del suelo, se conoce que las raíces con una alta tasa de colonización micorrízica tienden a presentar valores mas bajos de pelos radicales que las raíces sin colonización (Herrera-Peraza *et al.*, 2004), así también, plantas cuyas raíces tienen pocos pelos absorbentes se identifican como altamente dependientes de la asociación micorrízica (Fitter, 2004).

En el Cuadro 2 se muestran los parámetros de rendimiento y calidad para cada tratamiento. No se observaron diferencias significativas en el diámetro del fruto para los tratamientos, mientras que el peso de fruto fue menor en el testigo, aunque estadísticamente igual al tratamiento con HMA monospórico. Por su parte la acumulación de azúcar resulto menor en el tratamiento con el consorcio de HMA y mayor en el tratamiento monospórico, aunque sin llegar a ser estadísticamente diferentes. Hamel y Plenchete (2007) en general concuerdan con que los beneficios de la asociación micorrízica están muy influenciados por la identidad del HMA asociado, dada su diferente adaptación a las condiciones edáficas.

Cuadro 2. Tamaño y calidad y de los frutos

Tratamiento/Parámetro	Diámetro (cm)	Peso (kg)	grados brix
Consortio	15.6 ± 1.2 a	2.0 ± 0.4 b	12.4 ± 0.5 a
Monospórico	15.4 ± 0.6 a	1.9 ± 0.2 ab	12.8 ± 0.7 a
Testigo	14.7 ± 0.7 a	1.7 ± 0.2 a	12.7 ± 0.4 a

Valores son promedio de 3 repeticiones ± desviación estándar.

Medias con letras iguales en la misma columna no son estadísticamente diferentes (Duncan 0.05)

En todos los tratamientos se tuvieron tamaños comerciales, y aunque estadísticamente no hay diferencias, se marca una tendencia en favor del uso del consorcio micorrizico. La acumulación de azucares por su parte resultó mayor en el tratamiento con una sola especie de HMA, éste comportamiento puede deberse a un mejor aporte de fósforo, favorecido por una mayor

capacidad de exploración de suelo, aunque en este caso no se midió el micelio extraradical (MER), se presume que la especie *G. tenuihypharum* podría tener una mayor cantidad de MER.

4. Conclusiones

De acuerdo con los resultados, la inoculación con HMA presenta efectos contrastantes en función de su identidad, así, las plantas testigo muestran una mayor colonización por HMA lo que indica una mejor adaptación al suelo de las especies nativas, sin embargo, esto no se refleja en una mejora de la producción o calidad como se obtiene con la inoculación de HMA selectos. Es necesario analizar a más largo plazo la relación entre los HMA y el cultivo, particularmente si se usa esta tecnología como parte de un paquete de producción orgánica.

Referencias

1. Giovanetti, M., y B. Mosse. (1980). An evolution of techniques to measure vesicular-arbuscular infection in roots. *New Phytol.* 84:489-500.
2. Hamel, C. y C. Plenchette. (2006). *Mycorrhizae in Crop Production*. Haworth Food & Agricultural Products Press.
3. Herrera-Peraza R. A., E. Furrázola, R. L. Ferrer, R. Fernández-Valle y Y. Torres-Arias. (2004). Functional strategies of root hairs and arbuscular mycorrhizae in an evergreen tropical forest, Sierra del Rosario, Cuba. *Revista CENIC, Ciencias Biológicas* 35:113-123.
4. Padilla, E., M. Esqueda, A. Sánchez, R. Troncoso Rojas y A. Sánchez. (2006). Efecto de biofertilizantes en cultivo de melón con acolchado plástico. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29:321-329.
5. Rai, K.M. (2006). *Handbook of microbial biofertilizers*. Food Products Press. New York.
6. Raviv, M. (2010). The use of mycorrhiza in organically-grown crops under semi-arid conditions: a review of benefits, constraints and future challenges. *Symbiosis* 52: 65–74.
7. SIAP. (2018). Cierre de la producción agrícola por estado 2018. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> Consultada 16 de septiembre 2018.
8. Smith, S. E., y D.J. Read. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. 3 Ed. Academic Press. San Diego, USA.

Poder Antioxidante De Cinco Hortalizas De Hoja: Un Estudio Preliminar

Peralta Olachea R. G.¹, Beltrán Morales F. A.¹, López Talamantes C.¹, Arce Amezquita P. M.¹, Ruiz Espinoza F. H.¹, Loya Ramírez J. G.¹, Zamora Salgado S.¹, Murillo Amador B.²

¹Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur Km 5.5. La Paz, Baja California Sur. México. roosa_pera@hotmail.com

²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz Baja California Sur. México

Resumen

Los antioxidantes son conocidos como moléculas que actúan antes o durante una reacción en cadena de los radicales libres existe muchos métodos para medir la capacidad antioxidante, un método muy usado se basa en la estabilidad del radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH). El estudio se llevó a cabo durante el mes de Junio en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, en la Ciudad de La Paz. La actividad antioxidante de las plantas se determinó con el método denominado DPPH. Las plantas estudiadas fueron quelite, lechuga, espinaca, acelga y verdolaga. Los valores muestran que la planta que obtuvo el mayor poder antioxidante fue el Quelite *Amaranthus hybridus* con 1.313 Mg equivalentes de Trolox por gramo de muestra; esto nos permite valorar al quelite como una fuente alternativa de alimentos con alto poder antioxidante.

Palabras Clave: Oxidación, Amarantho, Radiación Solar.

Abstract

Antioxidants are known as molecules that act before or during a free radical chain reaction. There are many methods to measure the antioxidant capacity. A widely used method is based on the stability of the radical 1,1-diphenyl-2-picrilhidrazil (DPPH). The study was conducted during June at UABCS, in the city of La Paz. The antioxidant activity of plants was determined with the method called DPPH. The plants studied were quelite, lettuce, spinach, chard and purslane. The values show that the vegetable with the highest antioxidant power was Quelite *Amaranthus hybridus* with 1.313 mg equivalent of Trolox per gram; this allows us to assess that quelite is an alternative source of food with high antioxidant potential.

Key words: oxidation, amaranth, solar radiation.

1. Introducción

Los antioxidantes son conocidas como moléculas que actúan antes o durante una reacción en cadena de los radicales libres; ya sea en la etapa de iniciación, propagación, terminación, descomposición o en la subsecuente oxidación de los productos (Cardoso, Silva, Castro y Bolzani, 2005). Existe muchos métodos para medir la capacidad antioxidante de una especie o sustancia, un método muy usado se basa en la estabilidad del radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil

(DPPH) la cual se atribuye a la deslocalización del electrón desapareado, esta deslocalización también le otorga una coloración violeta caracterizada por una banda de absorción, en solución etanólica, centrada alrededor de 520 nm (Molyneux, 2004). Los antioxidantes derivados de las plantas desde el punto de vista fitoquímico pueden ser taninos, lignanos, quinonas, xantonas, ácidos fenólicos, flavones y flavonoles los cuales debido a sus propiedades redox pueden actuar como donadores de hidrógenos y de esta manera prevenir o retrasar el desarrollo de enfermedades degenerativas (Marwah *et al.*, 2007). En nuestro país, la utilización de plantas silvestres es una alternativa en la alimentación (Ortiz, Vázquez y Montes, 2005). Un claro ejemplo son los diversos tipos de quelites que crecen de manera espontánea en los campos de cultivo y que proporcionan un alto valor nutricional en vitaminas, minerales, fibra y proteínas (Mera *et al.*, 2003). Los quelites pueden aportar nutrimentos en mayor cantidad y calidad incluso que las plantas cultivadas, como la verdolaga, fuente asequible de aceite omega 3 (Ortiz, Vázquez y Montes, 2007). Cabe señalar que la verdolaga y el quelite, se han convertido en verdura de exportación, habiéndose producido 5,334 ton el año 2014 (SIAP, 2014). Las espinacas proveen nutrientes son esenciales para la vida del ser humano que actúan como antioxidantes (Jiménez *et al.*, 2010). La lechuga se caracteriza por ser una hortaliza, es rica en antioxidantes, como también en vitaminas A, C, E, B1, B2, B3, B9 y K; entre los minerales se tiene al P, Fe, Ca, K y aminoácidos (Hernández, 2010). La acelga es una planta con grandes hojas verdes y carnosas pencas blancas. La cual contiene Fe, Ca, vitamina A y vitamina C (Rozano, Quiroz, Acosta, Pimentel y Quiñones, 2004). Con base en lo anterior en este trabajo nos propusimos determinar el poder antioxidante de cinco hortalizas de hoja, mediante la técnica del DPPH.

2. Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo durante el mes de Junio en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, situada en el km 5.5 de la Carretera al Sur, en la Ciudad de La Paz. De acuerdo con Robles (1998), la ciudad de La Paz se encuentra en el extremo nordeste del Valle de La Paz, localizada en 24°10" latitud norte y 110° 19" longitud oeste. El análisis se llevó a cabo en el laboratorio de Farmacognosia. Las muestras de lechuga, acelga y espinaca se obtuvieron de mercados locales y las variedades disponibles fueron: lechuga bola *Lactuca sativa*, acelga de penca *Beta vulgaris*, espinaca Baby Bls *Spinacia oleracea*; además se recolectaron 2 variedades nativas: quelite *Amaranthus hybridus* y verdolaga *Portulaca oleracea* recolectados en el campo agrícola de la universidad. El parámetro a evaluar fue el poder antioxidante a partir de las hojas, tallos y frutos de las muestras anteriormente mencionadas, se licuaron 100 g de cada muestra con 100 mL de agua destilada y se filtró; primero con un papel y embudo se filtró al vacío con un filtrador marca Welch GEM 1.0 Vacuum Pump para evitar el paso de los sólidos, después se midieron sólidos solubles totales o grados Brix con un medidor marca Hanna modelo HI 96801; así mismo se midió pH y C.E con un medidor marca Hanna modelo combo pH & E.C. Se realizó una dilución de 1:1 30 mL de cada muestra filtrada y 30 mL de metanol, los cuales fueron mezclados, y se tomó una parte de dicha solución con un micro pipeta y se filtró utilizando algodón

absorbente PROTEC pro para separar las partículas más pequeñas y se obtuviera la muestra pura, después se preparó la solución stock DPPH se pesaron 8 mg de DPPH y se aforó en 100 mL metanol se dejó reposar 30 minutos en la oscuridad, siguiendo se realizó una lectura en un espectrofotómetro UV visible Thermo Scientific™ GENESYS 10S modelo G10S UV-VIs. Después se preparó la muestra problema, en el cual se realizó 1 testigo de cada muestra con 0.025 mL de muestra problema 1.975 mL de metanol y 4 repeticiones cada muestra con 0.025 mL de muestra problema 0.975 mL de metanol y 1.00 mL de solución stock de DPPH a excepción del quelite ya que al realizarlo con esa concentración cambio su color amarillo y se le redujo la solución de muestra problema a 0.010 mL y se aumentó a 0.990 mL de metanol con 1.00 de DPPH esto es debido a la alta capacidad de antioxidante del Quelite; se esperó por 30 minutos y se realizó una lectura en un espectrofotómetro UV visible Thermo Scientific™ GENESYS 10S modelo G10S UV-VIs. El análisis de los resultados y de las medias estadísticas se realizó mediante el programa estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2012). Se utilizó de diseño experimental de bloques al azar y se corrió un análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey).

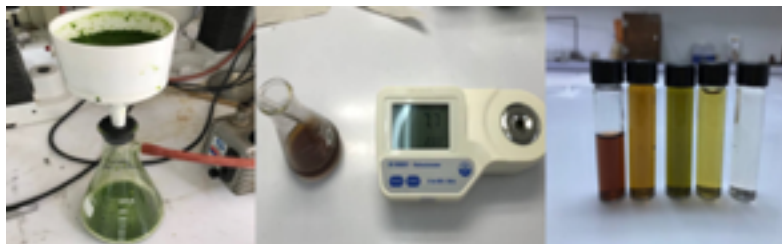


Figura 1. Filtrado al vacío, medición de solidos solubles totales y muestras filtradas

3. Resultados y discusión

Los valores muestran que el vegetal que obtuvo la mayor capacidad antioxidante fue el quelite *Amaranthus hybridus* con 1.313 Mg equivalentes de Trolox por gr, el segundo lugar la espinaca *Spinacia oleracea* con 0.573, el tercero la verdolaga *Portulaca oleracea* con 0.522, el cuarto la lechuga *Lactuca sativa* con 0.291 y por último la acelga *Beta vulgaris* con 0.288.

En comparación con nuestros resultados (Velázquez *et al.*, 2016) menciona que el quelite tiene una gran fuente de proteínas con un 20%, 14% de fibra cruda y 7% de extracto etéreo y esto la convierte una planta saludable para la alimentación esto alienta a determinar la calidad de su proteína. Cabe señalar que el sabor de la planta recuerda un tanto al sabor del pescado; si esto se debe a su contenido y tipo de lípidos acaso podría suponerse que contiene ácidos grasos insaturados, quizá omega 3 y omega 6, ya que el pescado es buena fuente de estos ácidos grasos. La baja absorbencia cuando se lee el DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) en presencia del

extracto metanólico, indica que tiene una buena actividad antioxidante con un 77%, quizá con potencial como producto nutracéutico y funcional.

Cuadro 1. Cuadro de resultados obtenidos de las variantes calculadas, capacidad antioxidante, conductividad eléctrica, pH y sales solubles

Tratamientos	Capacidad antioxidante Mg eq. Trolox por gr de producto	C.E	pH	S.S
Quelite	1.313 a	15.04 b	5.318 cd	15.15 a
Lechuga	0.291 c	2.42 d	5.360 c	2.800 c
Espinaca	0.573 b	7.085 c	5.280 d	6.55 b
Acelga	0.288 c	8.095 b	5.763 a	7.85 b
Verdolaga	0.522 b	17.43 a	5.493 b	4.300 c

4. Conclusión

Los valores muestran que la planta que obtuvo el mayor poder antioxidante fue el Quelite *Amaranthus hybridus* con 1.313 Mg equivalentes de Trolox por gramo de muestra; esto nos permite valorar al quelite como una fuente alternativa de alimentos con alto poder antioxidante; lo cual podría beneficiar protegiendo a nuestro organismo de la acción de los radicales libres que son causantes de procesos de envejecimiento y algunas enfermedades. Se estima que el quelite obtiene dichas características, debido que es una planta silvestre que está sometida a estrés y crece en condiciones adversas como en sequias y alta incidencia solar.

Referencias

- Cardoso C.L., Silva H.S, Castro G.I., Bolzani V. S. (2005). New Biflavonoid and Other Flavonoids from the Leaves of *Chimarrhis turbinata* and their Antioxidant Activity. *Journal of Brazilian Chemical Society*; 16: 1353-1359.
- Hernandez M., (2010). Evaluación de la orina humana como fuente de nutrientes en producción de plántines.
- Jimenez J., Arias L. A., Espinosa L., Fuentes L. S., Garzon C., Gill R., Niño N., Rodriguez M., (2010). El Cultivo de la Espinaca (*Spinacia oleracea* L.) Y su Manejo Fitosanitario. 16 pp.
- Marwah R.G., Fatope M.O., Mahrooqi R.A., Varma G.B., Abadi H.A., Khamis S., Burtamani-Al. (2007) Antioxidant capacity of some edible and wound healing plants in Oman. *Food chemistry*; 101: 465-470.
- Mera Ovando L.M., Alvarado Flores R., Basurto Peña F., Bye Boeltler R.A., Castro Lara D., Evangelista V., Mapes Sánchez C., Martínez Alfaro M.A., Molina N., Saldívar J. (2003). De quelites me como un taco. *Rev. Jardín Bot. Nac.* 24: 45-49.
- Molyneux P., (2004). The use of the stable free radical diphenyl picrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, Vol. 26 No. 2, 2004, 211-219.
- Ortiz Gómez AS., Vázquez García V., Montes Estrada M., (2005). La alimentación en México: enfoques y visión a futuro. *Estudios Sociales* 113:8, 34.
- Páez A., Páez P.M., González M.E., Vera A., Ringelberg D., Tschaplinski T.J., (2007). Crecimiento, carbohidratos solubles y ácidos grasos de verdolaga (*Portulaca oleraceae* L.) sometida a tres niveles de radiación. *Rev. Fac. Agron.* 24: 642-660.

9. Robles Gil-Mestre, S., (1998). El clima de la ciudad de La Paz, B.C.S. Tesis de Maestría. UNAM, México. 233 pp.
10. Rozano L. V., Quiroz S. C., Acosta P. J. C., Pimentel A. L. A., Quiñones R. E. I., (2014). Hortalizas, las llaves de la energía. 3-30 pp.
11. SIAP, (2014). SAGARPA. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> consultada el 21 sep. 2015.
12. Olivares Sáenz E., (2012). Programa Estadístico Versión 1.0. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
13. Velázquez I. A. M., Covarrubias P. J., Ramírez P. J. G., Aguirre M. C. L., Iturriaga de la F. G., Raya P. J. C., (2016). Calidad Nutricional de Quelites Mexicanos Nutritional Quality of Mexican Quelites. Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Roque.

Determinación De Carbohidratos En Extractos Cítricos Y Su Utilización En La Alimentación De *Diaphorina Citri*, Vector De HuangLongBing

Pérez-Martínez Cinthia Jhovanna¹, Corella-Madueño María Alba Guadalupe¹, Fu-Castillo Agustín Alberto², Cánezcarrasco María Guadalupe², Pérez-Luna Adriana Isabel², Armenta-Villegas Lorena¹, Martínez-Robinson Karla Guadalupe³

¹Universidad de Sonora. jhovanna.perez@unison.mx

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

³Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD AC)

Resumen

El presente trabajo muestra la ecología del insecto *Diaphorina citri* Kuwayama, con el fin de entender la relación del comportamiento de alimentación en su ciclo de vida, con la utilización de carbohidratos de la savia, presentes en extractos de brotes vegetativos menores a 5 cm de cítricos. Al integrar a su metabolismo los carbohidratos y diferentes nutrientes contenidos en la savia, el insecto establece un equilibrio, optimizando su crecimiento y desarrollo en el marco específico de las condiciones nutricionales. El psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), es el principal vector de la enfermedad de Huanglongbing (HLB), “dragón amarillo o enverdecimiento de los cítricos” al transmitir la bacteria *Candidatus Liberibacter spp.* a las plantas de la familia de las rutáceas. Actualmente este insecto es la plaga más importante de los cítricos a nivel mundial, constituyendo una amenaza directa para estas plantas. En este trabajo, se determinó la composición de carbohidratos presentes en extractos de brotes vegetativos de cítricos: naranja dulce (*Citrus sinensis* L. Osbeck), limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle L.) y toronja (*Citrus x paradisi* Macfad.), mediante cromatografía Líquida de alta resolución (HPLC). El análisis de los cromatogramas y su comparación con una serie de 10 estándares de carbohidratos comunes en plantas, mostró a glucosa y galactosa, como los principales azúcares presentes en los extractos. Además fueron identificados arabinosa, fructosa, sacarosa e inositol; todos ellos son obtenidos de la savia, que tanto ninfas como insectos adultos de los cítricos.

Palabras Clave: Cítricos, *Diaphorina citri*, Huanglongbing.

Abstract

The present work shows the ecology of the insect *Diaphorina citri* Kuwayama, in order to understand the relationship of feeding behavior in its life cycle, with the use of sap carbohydrates, present in extracts of vegetative shoots less than 5 cm of citrus. By integrating carbohydrates and different nutrients contained in the sap into your metabolism, the insect establishes a balance, optimizing its growth and development within the specific framework of nutritional conditions. The Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera:

Psyllidae), is the main vector of Huanglongbing disease (HLB), "yellow dragon or citrus greening" by transmitting the bacterium *Candidatus Liberibacter* spp. to the plants of the rutáceas family. Currently this insect is the most important pest of citrus fruits worldwide, constituting a direct threat to these plants. In this work, the composition of carbohydrates present in extracts of vegetative citrus shoots was determined: sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck), Mexican lemon (*Citrus aurantifolia* Swingle L.) and grapefruit (*Citrus x paradisi* Macfad.). By means of chromatography high-resolution liquid (HPLC). The analysis of the chromatograms and their comparison with a series of 10 common carbohydrate standards in plants, showed glucose and galactose as the main sugars present in the extracts. In addition, arabinose, fructose, sucrose and inositol were identified; all of them are obtained from the sap, which both nymphs and adult insects suck from host plants, in this case citrus.

Key words: Citrus, *Diaphorina citri*, Huanglongbing.

1. Introducción

En su hábitat natural, las plantas reciben diferentes estímulos bióticos y abióticos simultáneamente, a los que responden. Las plantas terrestres son la fuente de alimento para una cantidad estimada en más de un millón de especies de insectos de diferentes grupos taxonómicos, que usan varias estrategias de alimentación para obtener los nutrientes en cada parte de la planta, superando las barreras de defensa de éstas, lo que les permite además alimentarse, crecer y reproducirse en su planta huésped (Camarena 2009). En general, hay dos categorías de insectos herbívoros: insectos chupadores que además de los daños directos que provocan son capaces de transmitir virus y bacterias depositándolos directamente en el tejido vascular, lo que permite su rápida distribución por la planta; y los insectos masticadores que raramente transmiten virus, pero dejan el tejido vegetal dañado y expuesto a ataques de hongos y bacterias necrótrofas (Montoliu, 2010). Plantas e insectos son sólo algunos de los organismos vivos que continuamente están interactuando en una forma compleja. La selección de una planta, bien sea para alimentación o como hospedero, es mediada por la atracción ejercida sobre el insecto por el olor o color de las flores y/o las distintas estructuras de ésta. Las señales odoríferas son liberadas por los osmofóros, estos son órganos glandulares que se sitúan normalmente en los pétalos de las flores, emiten distintos aromas agradables o desagradables. En cuanto a las señales luminosas, el color y forma son importantes. Además, como cualquier ser vivo, los insectos tienen necesidades alimenticias muy concretas como son: carbohidratos (alimentos energéticos), proteínas y vitaminas (para la construcción y renovación de tejidos) y lípidos. Generalmente los insectos adultos tienen mayor necesidad de carbohidratos, mientras que las crías, larvas y ninfas tienen necesidades más bien de proteínas. Los carbohidratos son aprovechados por los insectos herbívoros en su alimentación y los transforman en otros compuestos que utilizan como fuente de energía (Baldwin y Dicke, 2010). En el presente trabajo se pretende establecer la relación entre el comportamiento alimentario del insecto *Diaphorina citri* durante su ciclo de vida y la utilización de carbohidratos de la savia presentes en los extractos de brotes vegetativos de los cítricos naranja, limón y toronja, menores a 5 cm.

2. Materiales y métodos

Las muestras de cítricos (material vegetal de la región) fueron proporcionadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro en Hermosillo, Sonora. La obtención de los extractos se realizó por maceración con solventes utilizando hojas y brotes tiernos de tres cítricos: limón, naranja y toronja con dos tamaños diferentes de 3-4 cm y 5 cm. Estos fueron secados a temperatura ambiente por una semana y triturados hasta obtener un polvo fino. Posteriormente se sometieron a maceración individual en solución alcohólica durante 7 días, fueron filtrados y se eliminó el solvente a presión reducida a 40 °C, utilizando un evaporador rotatorio IKA RV® 10 digital. Los extractos crudos se sometieron a liofilización y se almacenaron a 4°C para análisis posteriores de carbohidratos.

Determinación de Carbohidratos por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC). Se utilizaron extractos de brotes vegetativos de naranja (*Citrus sinensis*), limón (*Citrus aurantifolia* S.), toronja (*Citrus x paradisi*), las fracciones metanólica y acuosa de los brotes de toronja. Todas las muestras fueron sometidas primero a una hidrólisis ácida y después a filtración. Como fase móvil se utilizó un litro de agua ultra pura, previamente filtrada en un Kit de filtración (Millipore), y acidificada con ácido sulfúrico (H₂SO₄) hasta obtener un pH de 3.6 (Hanna Instruments). Las muestras se corrieron en un equipo HPLC (Varian ProStar, 9012) en una columna de 30 cm de largo (Agilent Hi-Plex). El flujo fue de 0.6 mL/min. Antes de inyectar las muestras se corrió una línea base (para ajuste del equipo). El tiempo de corrida fue de 15 min. Se inyectaron 20 µL de los extractos de los brotes previamente hidrolizados a una temperatura de 65° C. Se utilizó un detector de índice de refracción (IR) (Varian, 9040). La Identificación de carbohidratos en las muestras se realizó corriendo estándares de carbohidratos: glucosa, arabinosa, manitol, sacarosa, inositol, fructosa, manosa, galactosa, xilosa y ac. galacturónico (Sigma, USA), determinando su tiempo de retención (Tr) y área para cada estándar.

3. Resultados y discusión

Los extractos de los brotes de toronja exhibieron un color caramelo debido a la presencia de pigmentos, con consistencia viscosa por el elevado contenido de carbohidratos. Los extractos de los brotes de limón presentaron una consistencia viscosa de color verde oliváceo. Los extractos de los brotes de naranja presentaron color ocre claro, en comparación con los otros extractos la consistencia de estos fue la de un polvo muy fino. Los tres extractos presentaron el olor característico de cada cítrico.

Identificación de Carbohidratos por HPLC. La identidad de los carbohidratos solubles en los brotes vegetativos de los tres cítricos, naranja (*Citrus sinensis*), limón (*Citrus aurantifolia* S.) y toronja (*Citrus x paradisi*), se confirmó usando estándares de carbohidratos (Sigma, USA). La concentración de cada uno de los carbohidratos identificados se estimó usando como referencia la concentración de cada estándar. La composición de carbohidratos para los diferentes extractos de cítricos, mostró que la mayoría de ellos, contenía arabinosa, galactosa y glucosa, además, se

identificó inositol y sacarosa. Los principales carbohidratos encontrados son importantes para los insectos, ya que en su metabolismo pueden ser aprovechados para la obtención de energía o síntesis de otros metabolitos de interés. Análisis de diferentes tejidos de vegetales muestran que la arabinosa forma parte de pectinas y hemicelulosas (Prinsen, 2010). La galactosa puede convertirse en glucosa para la obtención de energía o puede formar parte de los glucolípidos y las glucoproteínas de las membranas celulares, sobre todo de las neuronas. Otros estudios relacionan la alimentación alta en carbohidratos benéfica para el desarrollo y crecimiento de insectos. El análisis de carbohidratos de los brotes de cítricos de 3 – 4 cm, mostró la presencia de glucosa en los diferentes extractos, encontrándose la mayor concentración de glucosa en los brotes de toronja 13557.31 mg/gr de extracto. En los brotes de naranja y limón de 3–4 cm además de glucosa también se encontró la presencia de galactosa, la cual se encontró en mayor concentración en los brotes de naranja 10617.90 mg/gr de extracto. En el brote de toronja analizado además de glucosa, también se encontró arabinosa y sacarosa. En los extractos de limón de 5 cm se identificaron galactosa, arabinosa y glucosa; el carbohidrato con mayor concentración en ambos extractos fue la glucosa 12450.59 y 10592.89 mg/gr de extracto, respectivamente; seguido de galactosa y arabinosa. En el análisis de los brotes de naranja de 5 cm se identificaron: galactosa, glucosa, inositol y arabinosa. En comparación con los brotes de limón, en los brotes de naranja se encontraron diferencias respecto a los carbohidratos identificados, en un extracto se encontró inositol y en otro arabinosa (Dale, 2013).

4. Conclusión

Se identificaron los carbohidratos presentes en los brotes cítricos de diferente tamaño por HPLC, previa hidrólisis suave con TFA. El análisis cualitativo por HPLC, indicó la presencia principalmente de glucosa, galactosa y arabinosa, además de fructosa, sacarosa e inositol. El principal carbohidrato presente en todos los extractos de los brotes de cítricos de 5 cm y 3–4 cm fue la glucosa, seguido de galactosa, la cual se encontró en la mayoría de los extractos menos en los de toronja. El tercer carbohidrato que se identificó en la mayoría de las muestras fue la arabinosa, aunque no estuvo presente en uno de los extractos de naranja. Sacarosa se encontró solo en los brotes de toronja en el extracto crudo y metanólico, mientras que en la fracción acuosa solo se encontró fructosa. Finalmente inositol se encontró solo en una de las muestras de naranja de 5 cm. Por la forma de alimentación de *Diaphorina citri*, en la cual obtiene nutrientes a partir de la savia presente en el floema de las plantas cítricas, entre ellos se encuentran los carbohidratos, los cuales le ayudan a los insectos adultos y ninfas a obtener energía y sintetizar otros compuestos. Una manera de evidenciar esto es por las secreciones (cera y mielezilla) que produce a partir del exceso de carbohidratos consumidos.

Referencias

1. Baldwin T. I., Dicke M. (2010). The Evolutionary Context for Herbivore-Induced Plant Volatiles: Beyond the 'Cry For Help'. *Cell Press* 15 (3), 167–175.

2. Camarena G. (2009). Señales en la Interacción Planta Insecto. *Rev. Chapingo* 15(1), 82- 83.
3. Montoliu V.A. (2010). Respuestas Fisiológicas de los Cítricos Sometidos a Condiciones de Estrés Biótico y Abiótico. Aspectos comunes y específicos. *Advances in Insect Physiology*. Vol 31.
4. Prinsen P. (2010). Composición Química de Diversos Materiales de Interés Industrial y Análisis Estructural de Ligninas. Departamento de Biología Vegetal. Sevilla. 13p.
5. Dale E. W. (2013). Anatomía y Fisiología de Insectos: Nutrición. Curso en línea. Lima, Peru. 1-7 p.

Poder Antioxidante De Cinco Variedades De Tomate (*Solanum Lycopersicum L.*)

Quian Torres A., Beltrán Morales F. A., Alvarado Quiroz L. A., Arce Aguilar A. A., Chávez Lucero R. E. Redona Martínez R. A., Duarte Ruiz K., Hernández Santiago A., Sandoval León F., Rojas Fonsceca G.

Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al sur Km. 5.5. Apartado postal 19-B.La Paz. Baja California Sur. México atenas.93@outlook.com

Resumen

El tomate es un alimento muy valorado debido a que tiene un gran sabor y por sus propiedades nutricionales. Este vegetal tiene un alto contenido de fibra, minerales, vitaminas y antioxidantes; estas propiedades se deben a las altas concentraciones de licopeno, que es un pigmento con alta capacidad antioxidante. El trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Farmacognosia de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Las muestras de tomates se obtuvieron de mercados locales y las variedades disponibles fueron: Tomate bola convencional hidropónico, tomate cherry convencional, tomate saladette convencional, tomate grape convencional y tomate bola convencional, todos pertenecientes al mismo género y especie *Solanum lycopersicum L.* El método utilizado para medir el poder antioxidante fue el DPPH. La variedad de tomate que presentó el mayor poder antioxidante fue el tomate grape producido por el método orgánico, el cual tiene una actividad antioxidante de 1.273 mg equivalentes de Trolox por gramo de muestra, seguido del tomate cherry convencional con 0.836 mg equivalentes de Trolox por gramo de muestra, finalmente se encontró que los tomates producidos bajo un método convencional obtuvieron la más baja capacidad antioxidante.

Palabras Clave: producción orgánica, valor nutricional, licopeno. .

Abstract

Tomato is a highly valued food because its tast and its nutritional properties. This vegetable is full of fiber, minerals, vitamins and antioxidants; these properties are due to the high concentrations of lycopene, which is a pigment with high antioxidant capacity. The research was conducted in the laboratory of Farmacognosia de la Universidad Autonoma de Baja California Sur. Samples of tomatoes were obtained from local markets and available varieties were: hydroponic conventional tomato, tomato cherry conventional, conventional saladette tomato, tomato grape conventional and conventional tomato, all belonging to the same genus and species *Solanum lycopersicum L.* The method used to measure the antioxidant power was DPPH. The variety of tomato that presented the greatest antioxidant power was the tomato grape produced by the organic method, which has 1.273 mg trolox equivalent antioxidant activity per grame of sample, followed by tomato cherry conventional 0.836 mg equivalent of Trolox per grame of sample, finally it was found that tomatoes produced under a conventional method obtained the lowest antioxidant power.

Key words: organic production, nutrimental value, lycopene.

1. Introducción

La producción acumulada de tomate rojo (jitomate) en lo que va del año agrícola 2018 fue de 1.9 millones de toneladas, 120 mil toneladas (6.5%) por arriba de lo cosechado en el mes similar del año agrícola 2016-2017. El ciclo otoño invierno es el mayor aportante al volumen recolectado en el país con 1 millón 448 mil toneladas, (74%) del total, y un 4% más que el ciclo homólogo previo. El ciclo primavera-verano registra un avance en la producción de 269,291 toneladas (16%). La expectativa del año agrícola se estima en 3.4 millones de toneladas (SAGARPA, 2018). El licopeno es un antioxidante que; una vez absorbido por el cuerpo; ayuda a prevenir y reparar células dañadas. Los antioxidantes son compuestos que contrarrestan los radicales libres e inhiben la oxidación del ADN; evitando así algunos tipos de cáncer. Además previenen bloqueos en las arterias; así como la degradación del sistema nervioso y el envejecimiento (Waliszewski y Blasco, 2010). Las características organolépticas y nutricionales de las frutas, dependen de un gran número de factores: especies y variedad, condiciones de cultivo, estado de maduración, tratamientos fitosanitarios, condiciones y duración del almacenamiento, etc. Con respecto al estado de maduración, éste se establece después de un proceso que, tanto tiene lugar en el árbol como después de la recolección, está ligado a una serie de complejos procesos de transformación de sus componentes. La generación de especies reactivas de oxígeno y otros radicales libres durante el metabolismo celular aeróbico es un proceso normal y necesario que generalmente se encuentra compensado por los sistemas de defensa antioxidante endógenos, los cuales ayudan a mantener el equilibrio redox (Barea, 2015). No obstante, ciertas condiciones ambientales, estilo de vida o situaciones patológicas pueden derivar en un exceso de radicales libres que conduzca a una situación de estrés oxidativo. Este desequilibrio entre especies oxidantes y antioxidantes, debido por un lado a la sobreproducción de especies reactivas de oxígeno, o por otra parte al déficit de antioxidantes enzimáticos, se conoce como estrés oxidativo, el cual está asociado a numerosas enfermedades. Los antioxidantes biológicos se definen como aquellas moléculas que cuando están presentes en bajas concentraciones respecto a las biomoléculas que protegen, pueden prevenir o reducir la destrucción oxidativa de las biomoléculas (Barea, 2015).

2. Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo durante el mes de Mayo de 2018; en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), situada en el km 5.5 de la carretera al sur, ubicado en la Ciudad de La Paz. De acuerdo con Robles (1998), la ciudad de La Paz se encuentra en el extremo noroeste del valle de La Paz, localizada en 24° 10' latitud norte y 110° 19' longitud oeste, a 18.5 metros sobre el nivel del mar. El análisis se llevó a cabo en el laboratorio de Farmacognosia. Las muestras de tomates se obtuvieron de mercados locales y las variedades disponibles fueron: Tomate bola hidropónico convencional, tomate cherry convencional, tomate saladette convencional, tomate grape orgánico y tomate bola convencional, todos pertenecientes al mismo género y especie *S. lycopersicum*. El parámetro a evaluar fue el poder antioxidante de la pulpa de

los frutos, para lo cual se licuaron 100 g de cada muestra con 100 mL de agua destilada y se filtró; primero con un papel filtro y luego se filtró al vacío con un filtrador marca Welch GEM 1.0 Vacuum Pump para evitar el paso de los sólidos (Figura 1), después se registraron los sólidos solubles totales (grados Brix) con un medidor marca Hanna modelo HI 96801; así mismo se determinaron el pH y la CE con un medidor marca Hanna modelo HI98130. Se realizó una dilución de 1:1 30 mL de cada muestra filtrada y 30 mL de metanol, los cuales fueron mezclados, y se seleccionó una parte de dicha solución con un micro pipeta y se filtró utilizando algodón absorbente PROTEC pro para separar las partículas más pequeñas y se obtuviera la muestra pura, después se preparó la solución stock DPPH se pesaron 8 mg de DPPH y se aforó en 100 mL metanol se dejó 30 minutos en la oscuridad, posteriormente se realizó una lectura en un espectrofotómetro UV visible Thermo Scientific™ GENESYS 10S modelo G10S UV-VIS. Después se preparó la muestra problema, en el cual se realizó 1 testigo de cada muestra con 0.025 mL de muestra problema 1.975 mL de metanol y cuatro repeticiones cada muestra con 0.025 mL de muestra problema 0.975 mL de metanol y 1.00 mL de solución stock de DPPH. El análisis de los resultados se realizó con el programa estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2012). Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar y se corrió un análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey HSD $p=0.05$).



Figura 1. Pesado, licuado y obtención de jugo de tomate

3. Resultados y discusión

En base a los resultados, se encontró que el tomate grape producido por el método orgánico tiene la mayor actividad antioxidante con 1.273 mg equivalentes de Trolox por gramo de muestra, seguido del tomate cherry convencional con 0.836 mg equivalentes de Trolox por gramo de muestra, finalmente se encontró que los tomates producidos bajo un método convencional obtuvieron la más baja capacidad antioxidante.

Estos resultados concuerdan con una investigación publicada por Ruiz *et al.* (2017), quienes señalan que el tomate producido por el método orgánico presentó una mayor actividad antioxidante que los producidos de manera convencional. En otra investigación Salas-Pérez L. *et*

al. (2016) encontraron que, los frutos obtenidos a partir de abonos orgánicos elaborados con composta: arena 75:25 obtuvieron los valores mayores de sólidos solubles y capacidad antioxidante, 12.5% mayor en sólidos solubles y 27% mayor en capacidad antioxidante comparados con los obtenidos con solución nutritiva convencional de Steiner.

Cuadro 1. Resultados obtenidos de las variedades calculadas, capacidad antioxidante, conductividad eléctrica, pH y sales solubles

Variedad	Ce dS m ⁻¹	pH	Sólidos solubles totales	Poder antioxidante en mg equivalentes de Trolox por gramo
Tomate bola convencional hidropónico	2.39 cd	3.84 ab	5.35 c	0.459 c
Tomate cherry convencional	3.84 b	3.33 d	9.75 a	0.836 b
Tomate saladette convencional	1.86 d	3.63 bc	4.40 d	0.566 c
Tomate grape orgánico-certificado.	4.84 a	3.39 cd	6.70 b	1.273 a
Tomate bola convencional	2.67 c	4.03 a	4.30 d	0.392 c

4. Conclusión

La variedad de tomate que presentó el mayor poder antioxidante fue el tomate grape producido por el método orgánico, el cual tiene una actividad antioxidante de 1.273 mg equivalentes de trolox por gr de muestra, seguido del tomate cherry convencional con 0.836 mg equivalentes de trolox por gr de muestra, finalmente encontramos que los tomates producidos bajo un método convencional obtuvieron la más baja capacidad antioxidante.

Referencias

1. Barea Á. M. (2015). Caracterización, capacidad antioxidante y perfil fenológico de frutas subtropicales producidas y comercializadas en la costa de Granada-Málaga (Tesis doctoral). Universidad de Granada.
2. Olivares Sáenz E. (2012). Programa estadístico versión 1.0. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
3. Robles Gil-Mestre, S. (1998). El clima de la ciudad de La Paz, B.C.S. Tesis de Maestría. UNAM, México. 233 pp.
4. Ruiz H., Arce Amezcuita P.M., Rosales Nieblas A.C., Beltrán M.F.A., Zamora Salgado S., Loya Ramírez J.G. (2017). Capacidad antioxidante de tomate orgánico y convencional, determinado con dos métodos fotométricos: estudio preliminar. Memorias del XX Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. UABC. Pág.135.
5. SAGARPA (2018). Boletín mensual de la producción de tomate rojo (jitomate).
6. Salas Perez I., Gonzales Fuentes J. A., García Carrillo M., Sifuentes Ibarra E., Parra Terrazas S., Preciado Rangel p. (2016). Calidad biofísica y nutraceutica de frutos de tomate producidos con sustratos orgánicos, revista electronibca nova scientia. Pp 310-325
7. Waliszewski KN y Blasco G. (2010). Propiedades nutraceuticas del licopeno. Salud Pública de México 52: 254-265.

Comparación De Inversión En Producción Orgánica Y Convencional De Mango (*Mangifera Indica L.*) En Baja California Sur

Rocha Nevares J. A., Beltrán Morales F. A., Sánchez Ramos F. A., Ruiz Espinoza F. H., Loya Ramírez J. G.

Zamora Salgado S., Villegas Espinoza J. A.

Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al sur Km 5.5. La Paz, Baja California Sur. México jimkim@uabcs.mx

Resumen

México es el quinto productor mundial de mango, la producción de mango en México aumentó en 36 por ciento, al pasar de 1.3 a 1.8 millones de toneladas. En esta investigación se determinó la rentabilidad económica de un sistema de producción de mango orgánico (*Mangifera indica L.*), comparado con un modelo de producción convencional, en una huerta en producción, en la zona de Santiago municipio de Los Cabos, Baja California Sur; para lo cual se realizó un análisis cuantitativo, mediante la metodología propuesta en la Guía para la formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión de Nacional Financiera S.N.C. desarrollando las siguientes fases: Valuación de activos fijos, cuantificación de las inversiones o activos diferidos necesarios para obtener la producción y determinación de la rentabilidad económica; así como otros indicadores como son los métodos del Valor Presente, Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y la Relación Costo/Beneficio. Los indicadores financieros de la evaluación de la producción de mango con manejo orgánico fueron: VAN = 273,232.28, el valor es mayor a cero, lo que muestra que el proyecto es viable. La RBC es de 8.31, y al ser mayor que uno corrobora la viabilidad del proyecto. La TIR es de 91.35%, siendo este un valor mayor a la tasa de actualización ponderada, que es de 11%, lo que reafirma la viabilidad de la inversión. En contraste, los resultados de la producción de mango convencional arrojan una VAN de 223,949.4, una RBC de 7.42, una tasa de actualización ponderada de 11% y una TIR de 83.02%.

Palabras Clave: Rentabilidad, Inversión, Agronegocios.

Abstract

Mexico is the fifth world producer of mango: the production of mango in México increased by 36 percent, from 1.3 to 1.8 million tons. This research identified the profitability of a system of production of organic mango (*Mangifera indica L.*), compared with a model of conventional production, in an orchard in production, in the area of Santiago municipality of Los Cabos, Baja California Sur; for which it was created a quantitative analysis, using the methodology proposed in this guide for the formulation and evaluation of investment projects of Nacional Financiera S.N.C. developed the following phases: valuation of fixed assets, quantification of investments or deferred assets necessary for the production and determination of economic profitability, as well as other indicators such as the methods of the present value, net present value, internal rate of

return and the cost/benefit ratio. The financial indicators for the evaluation of the production of organic mango are: NPV = 273,232.28, the value is greater than zero, which shows that the project is viable. The RBC is 8.31, and to be greater than one confirms the viability of the project. The IRR is 91.35%, this being one value higher than the refresh rate weighted that is 11%, which reaffirms the viability of the investment. In contrast, the production of conventional handle results show one NPV de 223,949.4, an RBC of 7.42, 11% weighted update rate and an IRR of 83.02%.

Key words: Profitability, Investment, Agribusiness.

1. Introducción

El desarrollo de un sistema de agricultura orgánica en mango (*Mangifera indica*), como en cualquier otro producto agrícola, pasa inevitablemente por la consideración de su viabilidad en términos económicos. El presente trabajo se plantea como objetivo determinar la rentabilidad económica de un sistema de producción de mango orgánico (*Mangifera indica*), comparado con un modelo de producción convencional, es necesario la utilización de una metodología que tenga presente el hecho que se trata de un cultivo plurianual, que en su mayoría no son de nueva plantación, ya que, se trata de conversión de cultivo convencional a orgánico. Se ve la necesidad de la utilización de métodos de evaluación financiera de inversión dinámica que considera el valor de dinero en el tiempo, al tratarse de actividades económicas de horizonte temporal superior a un año. Se calculó los indicadores de viabilidad una vez establecido los diferentes supuestos de carácter general y específico que son necesarios para la obtención de los mismos. Los indicadores utilizados fueron Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y Plazo de Recuperación.

2. Materiales y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en la Localidad de Santiago (Figura 1), se ubica en el municipio Los Cabos en el estado de Baja California Sur en las coordenadas geográficas latitud 23.482222 y longitud 109.718333 a una mediana altura de 132 metros sobre el nivel del mar (msnm) (INEGI, 2010).

En este estudio para realizar la recolección de los datos se aplicó el instrumento de entrevista con los productores para poder tener los elementos que permitan determinar los costos de producción del mango y su competitividad. La metodología implementada permitió el análisis de las unidades productivas, desde el punto de vista de la gestión del agronegocios. Se realizó un análisis cuantitativo, mediante la metodología propuesta en la Guía para la formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión de Nacional Financiera S.N.C. 1995. Permite presentar los elementos que se consideran necesarios para el análisis



Figura 1. Localización del área de estudio

económico de un proyecto como lo son el monto de la inversión inicial necesarios para la realización del proyecto, el costo de operación, flujos de efectivo netos asociados con la inversión, así como otros indicadores que servirán de base para la parte final y definitiva del proyecto, como son los métodos del Valor Presente, Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno, Relación Costo/Beneficio, calendario de inversión, la importancia del periodo respaldado con el capital de trabajo. Con respecto al método del Valor Presente Neto se utilizó la ecuación:

$$VPN = S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}$$

La ecuación matemática que se usó para obtener el Valor Actual Neto fue:

$$VAN = \sum (B_t - C_t) \frac{1}{(1+i)^t}$$

La Tasa Interna de Rendimiento se obtuvo con la ecuación:

$$TIR = \sum_{T=0}^N \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0$$

Tasa de recuperación mínima atractiva (TMAR) se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$TMAR = w \cdot Td + (1 - w)Tp$$

La relación beneficio-costos (RBC) se expresa mediante la siguiente ecuación.

Es la suma de los beneficios actualizados entre la suma de los costos actualizados. Si la relación $B/C \geq 1$, entonces el proyecto debe aceptarse (Rueda, 2010).

$$\frac{RB}{C} = \frac{\sum B_t(1+r)^{-t}}{\sum C_t(1+r)^{-t}}$$

La rentabilidad se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$Nr = \frac{G}{Cc} \cdot 100$$

Finalmente, el periodo de recuperación (PR); se realizó dividiendo el costo inicial del proyecto por los flujos anuales de efectivo esperados. El principio básico es el de establecer el tiempo que le toma a la empresa para recuperar su inversión inicial (Murillo, 2007).

3. Resultados y discusión

Diseño de la encuesta. Se consideró el 30% (458 encuestas). En la investigación se utilizó la escala tipo Likert; se realizó prueba de biviariada, la cual permite validar la relación de una variable contra otra, o bien, expresen diferencias entre ellas (Rivas, 2004), tal fue el caso de la

competitividad de los productores de mango con cada de una de las variables independientes (infraestructura organizacional, administración de recursos humanos, desarrollo tecnológico, adquisición, logística de entrada, operaciones, logística de salida, mercadotecnia y ventas y servicio postventa). Eligiendo relación por asociación, ya que se estudió la correlación que existiera entre las variables independientes que determinarían la competitividad de los productores, mediante la prueba de coeficiente de Pearson (r) para analizar la relación entre dos variables en un nivel de intervalos. (Sampieri, 2003), determinando la relación de las variables con el coeficiente de determinación (r^2); se observa que de los 92 productores, 59 se les considera semicompetitivos representando el 64.13%; 18 de los productores son poco competitivos representando el 19.57% y 15 productores de mango son competitivos representando con el 16.30%. Resumiendo que los productores de mango de Santiago, B.C.S., se consideran semicompetitivos.

Huerta establecida de Mango en producción con manejo convencional. Se obtuvieron indicadores que son satisfactorios para la inversión, esto es un VAN \$ 223,949.40 mn, con una tasa ponderada de 11%, su relación beneficio costo fue $RBC = 258,839.40 / 34,890.00 = 7.42$. También se obtuvo la tasa interna de retorno TIR la cual es de un 83.02% muy auspiciosa para la producción de mango con manejo convencional.

Huerta establecida de Mango en producción con manejo orgánico. Se obtuvieron indicadores que son satisfactorios para la inversión, esto es un VAN \$ 273,232.28 mn, con una tasa ponderada de 11%, su Relación Beneficio Costo fue $RBC = 310,607.28 / 37,375.00 = 8.31$. También se obtuvo la tasa interna de retorno TIR la cual es de un 83.02% muy auspiciosa para la producción de mango con manejo convencional. Para nuestra inversión la rentabilidad es de 91.35%, y la tasa de actualización ponderada es de 11%; por lo que con esto se reafirma la viabilidad del mismo. En base a los términos que plantea la inversión y analizando la evaluación de la mismo, se determina que la inversión es viable financieramente para los dos modelo de producción. Ambos modelos son aceptables para inversión, el valor de la relación beneficio/costo es mayor que 1, lo que indica que la inversión inicial se recuperará satisfactoriamente después de haber sido evaluada con una trema (tasa mínima de rendimiento) de 11%.

4. Conclusión

Los indicadores financieros que se determinaron en el sistema producción orgánico, VAN = \$ 273,232.28, RBC 8.31, TIR 91.35%, demuestran que la actividad es rentable y que la inversión tiene retorno, superando al sistema de producción convencional, con los resultados obtenidos, VAN = \$ 223,949.40, RBC 7.42, TIR 83.02%. Los costos de producción presentan variación en el cultivo de Mango, siendo en general, los costos de materia prima superiores en la agricultura convencional y la mano de obra en la agricultura orgánica. Sin embargo, por el manejo que se da en la agricultura orgánica, el valor marginal varía entre 20% y 25%, que compensa la rentabilidad con la producción de la agricultura convencional, para obtener un producto bruto comparable.

Referencias

1. INEGI (2010). Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Principales resultados por localidad 2010-, fecha de consulta abril 2015, Dirección: www.inegi.gob.mx/
2. Murillo, M.R. (2007). Caracterización económica de un modelo productivo en praderas de zacate bermuda cruzada I (*Cynodon dactylon*, L. Pers.) en el Estado de Baja California Sur. Tesis de Maestría, UABCS, México
3. Rivas Tovar, Luis Arturo (2004). ¿Cómo hacer una Tesis de Maestría?, Ed. Taller libre, 1ª edición, México.
4. Rueda, L.G. (2010). Evaluación financiera para establecer un huerto de Nanche (*Byrsonima crassifolia* L.) en el Municipio de Tlapehuala, Gro. Tesis de Licenciatura. Chapingo, México.
5. Sampieri, Roberto Hernández. (2003), Metodología de la investigación, Ed. Mc Graw Hill, 3ª edición, México, p. XXXIII.

Área temática: Agua y suelo

Evaluación De 3 Láminas De Riego Para 2 Variedades De Chile Jalapeño (*Capsicum Annuum L.*) Con Riego Por Goteo Bajo Condiciones De Casa Sombra En La Región De La Costa De Hermosillo, Sonora

Búrquez-Delgado Víctor M., Huez L. Marco A., López E. Jesús, Jiménez L. José

Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Rosales y Boulevard Luis Encinas 83000 Hermosillo, Sonora, México victor.burquez@unison.mx

Resumen

El uso eficiente del recurso hídrico para la producción de mayor y mejores cosechas, es una premisa para todo agricultor que quiera competir en los nuevos mercados, utilizando tecnologías como los sistemas de riego por goteo en casa sombra para la producción de cultivos hortícolas, por lo que el presente trabajo evaluó la producción de Chile Jalapeño (*Capsicum annuum L.*) durante el ciclo primavera-verano 2018, valorando tres láminas de riego (130cm, 100cm y 65cm), aplicadas con riego por goteo en dos variedades comerciales de Chile Jalapeño adaptadas a poca agua PS11435807 y PS11435810 bajo condiciones de casa sombra en la Costa de Hermosillo, encontrándose que los rendimientos obtenidos no fueron afectados por las variables de riego ni variedad, obteniendo una producción promedio de 33 t.ha⁻¹ en el tratamiento de mayor agua (130cm), en relación a 28 t.ha⁻¹ para el tratamiento de menor agua aplicada (65cm), sin embargo se observó un fuerte efecto de los tratamientos de agua en relación a la calidad del fruto, observándose que las variables de largo de fruto, ancho de fruto, frutos.kg⁻¹ y el peso de 10 frutos, estuvieron fuertemente afectados por la aplicación de mayor agua para las mejores calidades del fruto, independientemente de la variedad. Se concluye, que el riego está fuertemente relacionado con la calidad del fruto para Chile Jalapeño.

Palabras Clave: riego, agricultura protegida, Chile.

Abstract

The efficient use of water resources for the production of highest and better yields is a premise for every farmer who wants to compete in new markets, using technologies such as drip irrigation systems in shade houses, for the production of horticultural crops, the present work evaluate the yield and quality of Jalapeño Chile pepper (*Capsicum annuum L.*) during the spring-summer 2018 cycle, assessing three quantities of irrigation water (130cm, 100cm and 65cm), applied through drip irrigation in two commercial low water use cultivars PS11435807 and PS 11435810 grown under conditions of shade houses in the cost of Hermosillo. Results indicate that yields was not affected neither by irrigation or the cultivars, obtaining an average production of 33 t.ha⁻¹ in the highest water applied treatment (130cm), as oppose to the lowest water applied treatment (65cm) that yielded 28 t.ha⁻¹, also a strong effect of the water treatments in relation to quality of the fruit, resulting that the variables of length of fruit, width of fruit, fruits.kg⁻¹ and the weight of 10 fruits, were strongly affected by the application of greater water for the best

qualities of the fruit regardless the cultivar; It is concluded, that irrigation is strongly related to the quality of the fruit for Jalapeño Chile in Shadow house.

Key words: irrigation, protected agriculture, Chile.

1. Introducción

El chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) cuenta con una superficie de siembra en el estado de Sonora de 2 mil hectáreas y es una de las principales alternativas de siembra para el agricultor del sur de Sonora, destinándose la producción tanto para el mercado nacional, como para el de exportación (Valenzuela, 2015), colocándose Sonora como el séptimo Estado productor de Chile con 47 mil toneladas, teniendo un incremento anual de 1.5% su tasa de producción, debido a la incorporación de sistemas avanzados de producción, así como la proliferación de invernaderos y otros esquemas de agricultura protegida. (SIAP, 2010). Esto obliga a incluir nuevas tecnologías de producción pero con una eficiencia alta en el manejo del recurso hídrico, ya que en zonas del norte del país como es el caso del Hermosillo, Sonora, han disminuido la dotación de volúmenes de agua extraídos para su utilización anualmente. Estudios llevados a cabo en la comarca Lagunera, obtuvieron rendimientos de 53.9 t.ha⁻¹ con una lámina total aplicada de 82.8 cm utilizando acolchados plásticos y de 32.3 t.ha⁻¹ con una lámina aplicada de 68.5 cm sin acolchar. Se obtuvieron Conclusiones similares citadas por Tarara (2000) encontrando una producción de chile en verde de 48.8 t.ha⁻¹, que correspondió a un consumo de agua de 82.5 cm, superando el rendimiento de 42.2 t.ha⁻¹ con un consumo de agua de 68.5cm (Inzunza *et al.*, 2007). Esto indicó el llevar a cabo la valoración de 3 láminas de riego en el rango de 65cm, 100cm y de 130cm para 2 variedades de bajo uso de Agua, con riego por goteo, bajo condiciones de malla sombra.

2. Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el Departamento de Agricultura de la Universidad de Sonora (29° 00' 51" latitud norte, 111° 07' 59" longitud oeste y una altitud de 149 MSNM), clima BW(h) hw(e) el cual corresponde a la categoría de muy árido, extremoso y cálido (García, 1988), dentro de la unidad experimental de Casa Sombra, utilizando una área de 330 m² con un diseño en bloques al azar unificados por tratamientos de riego y arreglo de tratamientos bifactorial, donde se evaluaron 3 láminas de riego 130cm (RIEGO I), 100cm (RIEGO II) y 65cm (RIEGO III), para 2 variedades de chile Jalapeño PS11435807 (VAR I) y PS11435810 (VAR II), con riego por goteo bajo condiciones de casa sombra, evaluando las variables de producción (Kg.ha⁻¹) y calidad de fruto como largo (cm), ancho (cm), peso de 10 frutos (gr) y frutos.kg⁻¹. Se utilizaron 3 surcos para cada tratamiento de riego, donde se distribuyeron 2 variedades con 6 repeticiones para cada una, teniendo una parcela experimental de 7.5 m² (5m x 1.5m) y utilizando la parcela útil de 6 m² (4m x 1.5m) para las mediciones de producción, que se obtuvieron con la producción de la parcela útil en m² trasformando en producción.ha⁻¹. Se plantaron las variedades de Chile Jalapeño el 21 de Febrero a una densidad de plantación de 45,000 plantas.ha⁻¹, con plantación a

doble hilera con separación entre planta de 30cm. Para los tratamientos de riego se utilizaron 3 tipos de cinta para aplicar las láminas de los tratamientos durante el experimento, se utilizó doble cinta superficial con gotero a 0.30m @ 1 lph (lamina 4.4mm.hr⁻¹) para el tratamiento más húmedo, para el tratamiento intermedio se utilizó una cinta superficial con gotero a 0.20m @ 1 lph (lamina 3.3mm.hr⁻¹) y para el tratamiento menos húmedo utilizamos una cinta superficial con gotero a 0.15m @ 0.5 lph (lamina 2.2mm.hr⁻¹), se midieron los volúmenes aplicados durante el experimento y se llevó a cabo la aplicación de las láminas en relación al tratamiento intermedio en base a la ETc del cultivo. La Fertilización fue igual para los 3 tratamientos de riego, aplicándose una cantidad total de 276N-125P-295K-60Mg-99Ca kg.ha⁻¹, realizando aplicaciones semanales mediante el sistema de riego (Fertirriego). Las variables de calidad se midieron en relación a una muestra que se tomaba a cada una de los lotes cosechados, separando 10 frutos al azar para determinar su peso total (gr), ancho (cm) y largo (cm) de los frutos, promediando el valor obtenido y se contaba el total de frutos obtenidos en cada una de las cosechas realizadas para cada tratamiento, para obtener el valor de numero de frutos.kg⁻¹. Los datos de cada variable de estudio se procesaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias de Duncan ($P \leq 0.05$), usando el programa estadístico SAS (SAS Institute Inc., 2006).

3. Resultados y discusión

Durante un periodo de 140 días en que se llevó a cabo el trabajo de investigación, se dieron un total de 5 cortes (92, 106, 115, 125 y 140 días), los cuales se sometieron a evaluación, realizando la conversión a kg.ha⁻¹ para estimar el potencial de rendimiento por corte y total; no se encontró diferencias en el rendimiento total en relación a la variable de riego ni variedad, pero si se encontraron algunas diferencias durante los cortes III , IV y V , siendo los últimos cortes donde el tratamiento de menor humedad (RIEGO III) dio un mejor rendimiento diferenciado de los tratamientos de riego con más humedad pero no afectaron el rendimiento promedio total. (Cuadro 1). El análisis estadístico SAS no arrojó interacción estadísticamente significativa en la relación a los tratamientos riego x variedad.

Donde se observaron diferencias significativas fueron en las variables de Calidad, observándose que a mayor lamina aplicada al cultivo, se vio reflejado en mejores variables de calidad como Largo fruto (cm), Ancho del Fruto (cm), peso de 10 frutos (gr) y numero de frutos.kg⁻¹, sin influir la Variedad en la de Calidad del Fruto. (Cuadro 2).

Las láminas reales aplicadas al final del ciclo se presentan en el Cuadro 3, donde se puede apreciar de acuerdo al medidor volumétrico que se dio un riego de fondo de 11.7cm y durante el ciclo se completó el resto de la lámina total aplicada para cada uno de los tratamientos evaluados.

Cuadro 1. Producción (Kg/ha⁻¹) de chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L.) por corte y total en relación a los tratamientos riego y variedad

Tratamiento	I Corte	II Corte	III Corte	IV Corte	V Corte	Media total
RIEGO I	2102.9 a [¶]	14081 a	6732 b	9917 b	10190 b	32833 a
RIEGO II	1752 a	10061 ab	10163 a	7742 b	8660 b	29718 a
RIEGO III	1623.1 a	8258 b	5463 b	12403 a	11421 a	27748 a
VAR I	2015.7 a	11810 a	7550 a	10459 a	10749 a	30959 a
VAR II	1636.7 a	9789 a	7355 a	9583 a	9432 a	29240 a

[¶]Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes (Duncan $P \leq 0.05$).

Cuadro 2. Variables de calidad del fruto como Largo, Ancho, peso 10 frutos y frutos.kg⁻¹ de chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en relación a los tratamientos riego y variedad

Tratamiento	I Corte	II Corte	III Corte	IV Corte
RIEGO I	7.7683 a [¶]	3.3647 a	304.68 a	35.608 a
RIEGO II	6.9442 b	3.0471 b	236.20 b	45.506 b
RIEGO III	6.5042 c	2.97467 b	196.98 c	52.124 c
VAR I	7.0833 a	3.1375 a	254.59 a	46.098 a
VAR II	7.0611 a	3.12017 a	237.32 a	42.727 a

[¶]Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes (Duncan $P \leq 0.05$).

Cuadro 3. Laminas reales aplicadas en cm para los tratamientos del riego durante el ciclo en relación al fondo de humedad aplicado y lo aplicado durante el ciclo del cultivo

Tratamiento	I Corte	II Corte	III Corte
RIEGO I	11.70	112.10	123.80
RIEGO II	11.70	84.05	95.75
RIEGO III	11.70	56.03	67.73

4. Conclusiones

Se concluye que la cantidad de agua aplicada al chile Jalapeño no afecta la producción total, pero si afecta en gran medida a la Calidad del fruto , teniendo una fuerte relación con la cantidad de agua aplicada, por lo que podemos definir la cantidad de agua aplicada al cultivo, según el tipo de mercado que queremos atender, ya que para mercados de consumo en fresco tendríamos que usar mayor cantidad de agua para obtener más calidad en los tamaños, en relación al uso para conservas, que requiere de menores calibres, aplicando una menor cantidad de agua sin afectar su rendimiento.

Referencias

1. Akinbile O. C., M. Suffian (2011). Growth, yield and water use pattern of chilli pepper under different irrigation scheduling and management. Asian Journal of Agricultural Research, 2011 ISSN 1819-1894/ DOI: 10.3923.

2. Delgado R.G, M. Inzunza, M. Villa, E. Catalán, A. Román (2014) Evaluación de tecnología para maximizar la producción de chile serrano en la región lagunera. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Vol 5 Núm. 8 2014 p-1557-1565.
3. Inzunza I.M., S. Mendoza., E. Catalán, M. Villa, I. Sánchez., A. Román (2007). Productividad del chile jalapeño en condiciones de riego por goteo y acolchado plástico. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 30(4):429-436.
4. SAS Institute Inc. 1996. The SAS System for Windows Release 6.12. Cary, N. C. USA.
5. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera (2010). Un panorama del cultivo del chile P 3-20.
6. SIAP (2010). Un panorama del cultivo del chile. SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. p 3-20.
7. Valenzuela V. J.M. (2015). Agenda técnica agrícola Sonora. SAGARPA, SENASICA, INIFAP p.97-102.

Evaluación De Parcelas De Validación En Trigos Harineros Cilco 2010-11

Félix Fuentes José Luis, Rosas Jáuregui Ivon Alejandra, Fuentes Dávila Guillermo

Campo Experimental Norman E. Boralug, Km 12.5 Calle Norman E. Borlaug, Aptado Postal 155 Ciudad Obregón, Sonora. C.P. 85000 felix.joseluis@inifap.gob.mx

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo de evaluar el comportamiento de las variables en un ambiente comercial bajo los parámetros del agricultor. El ensayo se estableció durante el ciclo agrícola 2010-11 en Bacorehuis municipio de Ahome en el Estado de Sinaloa. Las parcelas fueron de 200 m de longitud a 12 surcos a doble hilera con una densidad de siembra de 120kg/ha. considerando 2 m de parcela útil con tres repeticiones por genotipo, con un diseño completamente al azar y analizado con el programa estadístico SAS para Windows 9.0. utilizando un nivel de significancia del 95%. Los materiales evaluados fueron: Navojoa M2007, Roelfs F2007, Tepahui F2009, Onavas F2009 y Villa Juárez F2009. Las variables evaluadas fueron: rendimiento, peso, peso hectolítrico proteína y características de grano, en la variable de rendimiento el valor más alto se obtuvo con la variedad Navojoa M2007 con un promedio de 6.3 t/ha, seguido de Villa Juárez F2009 con 0.3 t/ha menos que Navojoa M2007.

Palabras Clave: Rendimiento, genotipos, variedades .

Abstract

The objective of this work is to evaluate the behavior of the variables in a commercial environment under the parameters of the farmer. The trial was established during the 2010-11 agricultural cycle in Bacorehuis municipality of Ahome in the State of Sinaloa. The plots were 200 m in length to 12 rows in a double row with a sowing density of 120 kg / ha. considering 2 m of useful plot with three repetitions per genotype, with a completely random design and analyzed with the statistical program SAS for Windows 9.0. using a level of significance of 95%. The materials evaluated were: Navojoa M2007, Roelfs F2007, Tepahui F2009, Onavas F2009 and Villa Juárez F2009. The variables evaluated were: yield, weight, protein hectolitre weight and grain characteristics, in the yield variable the highest value was obtained with the Navojoa M2007 variety with an average of 6.3 t / ha, followed by Villa Juarez F2009 with 0.3 t / has less than Navojoa M2007.

Key words: Yield, genotypic, varieties.

1. Introducción

La producción nacional de trigo harinero en 2010 fue de 3.9 millones de toneladas, la cual no fue suficiente para abastecer las necesidades de consumo; ya que, en ese mismo año se importaron 3.3 millones de toneladas de este cereal (OEIDRUS, 2011). Desde hace varios años,

la industria regional ha reaccionado habilitando a grupos de agricultores para asegurar reservas mínimas estratégicas para disminuir el riesgo que representa la dependencia de compra a precios fluctuantes del mercado internacional (Melis-Cota, 2008). A pesar de la problemática causada por el carbón parcial al inicio de la década de los 80's, durante el ciclo 1990-1991 se sembraron 220, 409 hectáreas de trigo harinero, las cuales representaron 89% del área dedicada a trigo en el estado de Sonora; sin embargo, a partir del ciclo 1994-1995, los trigos cristalinos se consolidaron como la clase de trigo más cultivada en la entidad. Es por ello que los programas de mejoramiento en el noroeste de México, buscan liberar materiales con mayor potencial de rendimiento que cumplan las expectativas del productor, es por ello que en este trabajo se evalúa el comportamiento de las variables en un ambiente comercial bajo los parámetros del agricultor.

2. Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló durante el ciclo agrícola 2010-11 en parcelas de validación en Bacorehuis municipio de Ahome en el Estado de Sinaloa. Se establecieron parcelas de 200 m de longitud a 12 surcos a doble hilera con una densidad de siembra de 120kg/ha, considerando 2 m de parcela útil con tres repeticiones por genotipo, con un diseño completamente al azar y analizado con el programa estadístico SAS para Windows 9.0. utilizando un nivel de significancia del 95% Los materiales evaluados fueron cinco genotipos de trigo harinero (Cuadro 1) procedentes del programa de trigo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Las variables evaluadas fueron: rendimiento que se obtuvo del peso total de grano entre el área cosechada, peso hectolítrico que se obtiene del peso del grano contenido en un volumen equivalente a un litro (kg/hl), proteína se obtiene directo del grano expresado en por ciento y características de grano.

Cuadro 1. Genotipos de trigos harineros evaluados en el ciclo agrícola 2010-2011

Genotipo con cruza	Historial de selección
Navojoa M2007 Attila/Pastor	CMSS97Y04045S-040Y-050M-040SY-030M-14SY-010M-0Y
Roelfs F2007 Tacupeto 'F2001' x 2/Kukuna	CGSS00B00169T-099TOPY-099M-099Y-099M-9CEL-0B
Tepahui F2009 BETTY/3/CHEN/AE. EQ//2*OPATA	CMSW00WM00150S-040M-040Y-030M-030ZTM-3ZTY-0M-0SY-0CEVY-0CEVY.
Onavas F2009 KAMBARA1*2/BRAMBLING	CGSS01B00069T-099Y-099M-099M-099Y-099M-20Y-0B
Villa Juárez F2009 WBLL1 *2/BRAMBLING	CGSS01B00062T-099Y-099M-099M-099Y-099M-12Y-0B

3. Resultados y discusión

Basado en los resultados obtenidos del análisis estadístico, se encontró diferencia significativa entre genotipos, siendo la variedad Navojoa M2007 la más rendidora con un promedio de 6.3 t/h seguido de la variedad Villa Juárez F2009 con 6.0 t/h, previo a su liberación Villa Juárez F2009, presentó rendimientos experimentales superior a las 6.6 t/h con un mejor desarrollo cuando se le restringía un riego de auxilio (Herrera *et al.*, 2012). El material menos rendidor fue Tepahui F2009 con 5.6 t/h, sin embargo, esta misma variedad se ha observado que con cuatro riegos en el sur de Sonora ha registrado un rendimiento superior a las 7 t/ha, así lo menciona Chávez *et al.* (2015). En evaluaciones de rendimiento previo a su liberación Navojoa M2007 presentó un rendimiento promedio de 6.05 t/ha siendo las mejores fechas de siembra del 15 de noviembre al 1 de diciembre, de acuerdo a Herrera *et al.* (2011).

En la variable de peso hectolítrico se encontró diferencia significativa entre los materiales evaluados, siendo la variedad Roelfs F2007 la que mostró el valor más alto seguido de Tepahui F2009 y Villa Juárez F2009.

En la variable proteína en grano se obtuvo diferencia significativa entre genotipos siendo las variedades Tepahui F2009 y Onavas F2009 las que registraron el mayor porcentaje de proteína con 10.7 lo cual se correlaciona con el bajo rendimiento presentado por estas variedades, contrario a Navojoa M2007 y Villa Juárez F2009 donde el rendimiento fue bajo pero los valores de proteína altos, lo cual concuerda con Villarroel *et al.* (2016) quienes mencionan de la relación inversa que existe entre altos rendimientos con bajo contenido de proteína. Villa Juárez F2009 presenta un color de grano blanco, es semi-elíptico, mide 7.04 mm de longitud, 3 mm de ancho, su peso medio es 64 mg y no presenta coloración oscura o es muy tenue al ser tratado con fenol. Villa Juárez F2009 produce entre 15,907 y 19,600 granos/m². Tepahui F2009 presenta un grano rojo y muestra reacción fuerte a la coloración con fenol. El grano de Onavas F2009 presenta un color blanco que al ser tratado con fenol adquiere una coloración tenue. El grano de Navojoa M2007 presenta un color blanco y de forma semi-elíptica, mide 6.6 mm de longitud y 3.47 mm de ancho, con un peso medio de 51.8 mg, y adquiere una coloración oscura al ser tratado con fenol. 'Navojoa M2007' produce entre 13,725 y 17,614 granos/m².

4. Conclusiones

El establecer parcelas a nivel comercial nos muestra un panorama distinto del comportamiento de las variedades, ya que en este tipo de pruebas, uno de los muchos factores limitantes suele ser el agua, o el tipo de suelo, por lo cual se recomienda que previo a su liberación los programas de mejoramiento de los distintos institutos evalúen los materiales para determinar su verdadero potencial de rendimiento bajo las condiciones del agricultor.

Referencias

1. Melis-Cota, H. (2008). Situación actual y perspectivas del trigo en el mercado nacional. *Mundo lácteo y cárnico* 24:28-31.
2. Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable del Estado de Sonora (OEIDRUS). 2013. Estadísticas agrícolas. <http://www.oeidrus-sonora.gob.mx/>
3. Valenzuela-Herrera, V., Fuentes-Dávila, G., Figueroa-López, P., Chávez-Villalba, G., Félix-Fuentes, J. L., & Mendoza-Lugo, J. A. (2011). 'Navojoa M2007', variedad de trigo harinero para el noroeste de México. *Revista fitotecnia mexicana*, 34(1), 73-76.
4. Valenzuela-Herrera, V., Fuentes-Dávila, G., Figueroa-López, P., Chávez-Villalba, G., Félix-Fuentes, J. L., & Mendoza-Lugo, J. A. (2012). Villa Juárez F2009, variedad de trigo harinero para el noroeste de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(7), 1447-1451.

Metales Pesados En Suelo Y Trigo Regado Con Agua Residual Tratada En El Valle De Mexicali, Baja California, México

Jiménez Angulo Jesús Antonio¹, Reyes López Jaime Alonso¹, Romero Hernández M. Socorro¹, Salazar Escalante Luz Estela¹, Domínguez Solís Amílcar Fernando², Herrera Martínez Aseneth²

¹Instituto de Ingeniería, UABC. jesus.antonio.jimenez.angulo@uabc.edu.mx

²Facultad de Ingeniería, UABC

Resumen

En este estudio se presentan los resultados de la concentración de metales en muestras de suelo y trigo regado con agua residual tratada (ART) de la PTAR-“Arenitas” localizada en el Valle de Mexicali, Baja California, México. Se seleccionaron dos parcelas; una regada con ART y otra con agua fresca. Se determinó la concentración de metales totales y extractables en muestras. La concentración promedio de metales totales en suelo regado con ART fueron para Cd 1.66 ± 0.01 ; Cr 24.14 ± 1.56 ; Cu 31.20 ± 3.04 ; Pb 37.20 ± 3.44 ; Zn 78.46 ± 8.00 y Ni 28.37 ± 1.82 , expresados en mg kg⁻¹. La prueba Tukey indica un nivel de significancia alto entre ambas parcelas ($p < 0.05$). Se concluye que la concentración de metales extractables en muestras de suelo se encuentra abajo de los límites permisibles la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Las concentraciones de Pb y Cd en planta y semilla de trigo se encontraron arriba de los límites establecidos por la US-EPA (2012).

Palabras Clave: Metales tóxicos, reuso de agua, contaminación de suelos.

Abstract

This paper presents the results of metal concentration in soil and wheat samples irrigated with treated wastewater (ART) from the PTAR-“Arenitas” located in Mexicali Valley, Baja California, Mexico. Two plots were selected. The first one was irrigated with ART and the second one with fresh water. Total and extractable metal concentration in samples was analyzed. The average concentration of total metals in soil irrigated with ART was for Cd 1.66 ± 0.01 ; Cr 24.14 ± 1.56 ; Cu 31.20 ± 3.04 ; Pb 37.20 ± 3.44 ; Zn 78.46 ± 8.00 y Ni 28.37 ± 1.82 in mg kg⁻¹. Tukey test between both plots, showed a high significance level ($p < 0.05$). It is concluded that the concentration of extractable metals from both plots are below the limits established in the Official Mexican Standard NOM-021-SEMARNAT-2000. In addition Pb and Cd concentration in plants and wheat seeds exceeded the limits established by US-EPA (2012).

Key words: Toxic metals, water reuse, soil contamination.

1. Introducción

La reutilización de aguas residuales en la agricultura puede ayudar a mitigar la escasez de agua. Esto se puede lograr si se aplican tratamientos de alta calidad que eliminen contaminantes

nocivos (Rekik *et al.*, 2017). Este estudio se realizó en el valle de Mexicali, Baja California, México. Esta región se caracteriza por ser semiárida y anualmente se cuenta con una dotación de agua del Río Colorado de 1,850 Mm³ (CONAGUA, 2011). El 90% de este volumen es utilizado para riego agrícola del Distrito de Riego 014 del Río Colorado (DR014), el cual se distribuye en 22 módulos de riego y el agua de retorno se descarga hacia el Golfo de California (Carrillo, Y., Glenn, P., y Hinojosa O., 2013). En este trabajo se presentan los resultados de concentración de metales pesados en suelo, planta y semilla de trigo regados con el efluente de la PTAR-Arenitas, durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2015-2016.

2. Materiales y métodos

Se seleccionaron dos parcelas; una regada con ART y otra con agua fresca (AF) como testigo con 10 puntos de muestreo para cada una. A las muestras de suelo se les determinó pH, conductividad eléctrica (CE), contenido de humedad y metales extractables conforme a los procedimientos de la NOM-021-SEMARNAT-2000, y la concentración de metales totales en suelo mediante el método 3050B (US-EPA, 1996). A muestras de planta y semilla de trigo se les determinó la concentración de metales totales de acuerdo al método descrito por Asgari, K., y Cornelis, M. (2015). Las muestras se analizaron por triplicado. Los metales (Cd, Cr, Cu, Pb, Zn y Ni) totales y extractables se analizaron por el método de espectroscopía de absorción atómica, en un equipo marca Perkin Elmer, modelo 3100, conforme a la Norma Mexicana NMX-AA-051-SCFI-2016. Los datos se analizaron usando estadística descriptiva y pruebas Tukey con intervalos de confianza del 95% para $n = 10$, con el programa MINITAB 15.

3. Resultados y discusión

Los resultados de parámetros físicos y químicos de muestras de suelo regado con ART y AF, se presentan en el Cuadro 1. Los valores de pH fueron ligeramente alcalinos y la humedad menor al 20%, en ambos tipos de suelo. En un estudio similar Gupta, S., Satpati, S., Nayek, S., y Garai, D. (2010) reportaron humedades de 15.72% en suelo regado con ART y 18.13% en suelo testigo con pH de 7.11 y 8.58, respectivamente. La CE en el extracto de saturación fue mayor en suelo ART que la encontrada en suelo AF.

La concentración promedio de metales totales en mg kg⁻¹ fue de: Cd 1.66 ± 0.01 ; Cr 24.14 ± 1.56 ; Cu 31.20 ± 3.04 ; Pb 37.20 ± 3.44 ; y Zn 78.46 ± 8.00 y Ni 28.37 ± 1.82 para muestras de suelo regado con ART y para suelo regado con AF se encontraron valores de: Cd 1.48 ± 0.09 ; Cr 21.16 ± 2.76 ; Cu 21.51 ± 1.23 ; Pb 26.09 ± 2.46 ; Zn 53.48 ± 5.12 y Ni 22.20 ± 1.75 . Se determinó que existe un nivel de significancia alto ($p < 0.05$) entre ambos lotes, sin embargo, en ambos casos la concentración de metales totales en suelo se encontró por abajo de los límites establecidos en la US.EPA (2012). En la Figura 1 se presenta la concentración de metales totales para ambos tipos de suelo (ART y AF).

De los resultados de concentración de metales extractables en suelo regado con ART y AF se obtuvo una concentración promedio de Cu de $2.34 \pm 0.29 \text{ mg kg}^{-1}$ y $1.75 \pm 0.20 \text{ mg kg}^{-1}$ respectivamente, cuyas concentraciones están por arriba del límite adecuado (> 0.2). La concentración promedio de Zn extractable en suelo ART fue de $0.92 \pm 0.17 \text{ mg kg}^{-1}$ y para suelo AF fue de $0.96 \pm 0.17 \text{ mg kg}^{-1}$, estos valores se encuentran dentro del intervalo marginal recomendado (estos dos metales se consideran como micronutrientes). La concentración de metales tóxicos en el suelo según la tolerancia de los cultivos no rebasaron los límites máximos permisibles (LMP) de la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, cuyas concentraciones promedio de manera biodisponible fueron para suelo ART: Cd 0.10 ± 0.01 ; Pb 2.67 ± 0.33 y Ni 0.40 ± 0.02 ; y en suelo AF: Cd 0.09 ± 0.02 ; Pb 1.99 ± 0.22 y Ni 0.38 ± 0.05 , expresados en mg kg^{-1} .

Cuadro1. Parámetros físicos y químicos en muestras de suelo regado con ART y AF (n = 10)

Parámetros	Suelo ART	Suelo AF
pH	7.83 ± 0.35	7.81 ± 0.41
Humedad [%]	18.06 ± 3.70	14.01 ± 3.30
CE [mS cm^{-1}]	2.44 ± 1.03	1.70 ± 0.44
Textura [0 - 30 cm]	Arcillosa	Franco arcillosa

La concentración de metales totales en muestras de planta y semilla de trigo de este estudio presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) entre trigo regado con ART y trigo regado con AF. Los valores se presentan en el Cuadro 2. En planta de trigo, los valores de concentración promedio de Pb, Cd y Cr están arriba del LMP de la US-EPA (2012). Así mismo, se obtuvieron valores promedios de concentración de Pb y Cd en semilla de trigo, arriba de dichos límites. Asgari, K., y Cornelis, M. (2015) reportaron niveles altos de concentración promedio para Cr, Cd y Ni en semilla de trigo y maíz sometidos a riego con ART. El Zn presentó mayor asimilación en planta y semilla de trigo cuando se aplicó el riego con AF y bajo contenido en riego con ART. De ahí que esto puede generar un riesgo por la ingesta de trigo con niveles altos de concentración de metales tóxicos que superan los límites de tolerancia.

Cuadro 2. Concentración de metales totales [mg kg^{-1}] en planta y semilla de trigo regado con ART y AF

	Planta		Semilla		LMP en semilla
	AF	ART	AF	ART	(US-EPA, 2012)
Pb	2.82 ± 0.21	2.46 ± 0.28	1.53 ± 0.42	2.31 ± 0.44	0.20
Cu	2.54 ± 0.44	3.37 ± 0.42	4.38 ± 0.22	4.98 ± 0.29	20.00
Cd	0.54 ± 0.03	0.42 ± 0.06	0.21 ± 0.09	0.29 ± 0.03	0.10
Ni	ND	ND	ND	ND	1.00
Cr	1.29 ± 0.24	0.89 ± 0.22	ND	ND	0.04
Zn	17.90 ± 4.43	11.94 ± 2.61	42.93 ± 2.63	32.49 ± 2.07	50.00

ND = No detectado

4. Conclusión

Del presente estudio se obtuvo mayor concentración de metales totales y extractables en suelo regados con ART que en suelos regados con AF. En ambos casos la concentración de metales en suelo se encuentra dentro de los límites establecidos. Sin embargo, en muestras de planta la concentración de Cr, Pb y Cd; y en muestras de semilla de estos dos últimos, se encontró arriba de los límites establecidos por la USA-EPA (2012). Esta bioacumulación se da con el riego de ambas aguas, por lo que se puede prever una fuente diferente de estos metales en el ambiente. Por lo anterior, se recomienda continuar el estudio para discernir el proceso de bioacumulación de ciertos metales en el cultivo, así como mejorar la calidad del efluente de la PTAR-“ARENITAS”.

Referencias

1. Asgari, K., y Cornelis, M. (2015). Heavy metal accumulation in soils and grains, and health risks associated with use of treated municipal wastewater in subsurface drip irrigation. *Environmental monitoring and assessment*, 187(7), 1-13.
2. Carrillo, Y., Glenn, P., y Hinojosa O. (2013). Water budget for agricultural and aquatic ecosystems in the delta of the Colorado River, Mexico: Implications for obtaining water for the environment. *Ecological engineering*, 59, 41-51.
3. CONAGUA, (2011). *Canal para riego agrícola “4 de Abril”*, Distrito de riego 014 Río Colorado, Valle de Mexicali. Manifiesto de impacto ambiental. Comisión Nacional del Agua. Agosto 2011, México
4. Gupta, S., Satpati, S., Nayek, S., y Garai, D. (2010). Effect of wastewater irrigation on vegetables in relation to bioaccumulation of heavy metals and biochemical changes. *Environmental monitoring and assessment*, 165(1-4), 169-177.
5. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Diario Oficial de la Federación DOF, 7 de diciembre de 2001.
6. Norma Mexicana NMX-AA-051-SCFI-2016. Análisis de agua. Medición de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas. Método de prueba. Diario Oficial de la Federación, 7 de Diciembre de 2016.
7. Rezik, I., Chaabane, Z., Missaoui, A., Bouket, A. C., Luptakova, L., Elleuch, A., y Belbahri, L. (2017). Effects of untreated and treated wastewater at the morphological, physiological and biochemical levels on seed germination and development of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), alfalfa (*Medicago sativa* L.) and fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). *Journal of hazardous materials*, 326, 165-176.
8. US-EPA. (2012). Environmental Protection Agency, Region 9, Preliminary remediation goals, from <http://www.epa.gov/region9/superfund/prg/>.

Opciones Sostenibles De Fertilización Y Productividad De La Palma Datilera (*Phoenix Dactylifera L.*) En Baja California Sur

Navarro Ainza José A. Cristóbal, Cabada Tavares Carlos A.

INIFAP-Campo Experimental Todos Santos¹. La Paz, B.C.S. jacnamx@yahoo.com.mx

Resumen

La palma datilera fue introducida a la península de Baja California hace más de 200 años y hasta hace pocos años ha resurgido en la región noroeste de México, como un cultivo con futuro. El objetivo de este estudio fue evaluar varias opciones sostenibles de fertilización en palma datilera 'Medjool' en Baja California Sur (BCS). El trabajo se estableció en una huerta comercial, en producción, bajo riego por goteo y con algunas plantas intercaladas en las hileras, en una zona desértica. Se evaluaron: a). Fertilización convencional-FC, b). Biofertilizantes (bacteria *Azospirillum brasilense*+ micorriza *Glomus intraradices*)-(B), c). B + FC al 50% - (B+FC50), d). Establecimiento de leguminosa-Le + estiércol de bovino (E)-(Le+E) y e). B + E + lombricomposta (Lo)-(B+E+Lo). El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con cinco repeticiones. Se evaluaron variables de rendimiento, calidad de la fruta y crecimiento vegetativo. La aplicación de Le+E fue la que promovió un mayor rendimiento 47.4 kg-palma⁻¹, seguido de B+FC50 (39.0 kg-palma⁻¹); todos los tratamientos que involucraban el uso de B, sólo o combinado, superaron a la FC (34.1 kg-palma⁻¹). Igualmente, casi todos estos tratamientos que incluyeron a los B, resultaron más económicos. Los mayores valores en todas las variables de calidad de la fruta se obtuvieron también con la combinación de Le+E, así como también los mayores valores en incremento en altura y diámetro de copa de las palmas.

Palabras Clave: rendimiento, dátil, calidad.

Abstract

Date palm was introduced to the Baja California peninsula more than 200 years ago and recently in just a few years has spring up again as a crop with future in the northwest region from Mexico. The objective of this study was to test several sustainable fertilization options on 'Medjool' date palm in Baja California Sur (BCS). The work was established in a commercial orchard, under production, drip-irrigated and with some intercropped plants in the rows, in a desert zone. The following treatments were tested: a). Conventional fertilization-FC, b). Biofertilizers (bacteria *Azospirillum brasilense* + mycorrhiza *Glomus intraradices*)-(B), c). B + FC at 50%-(B+FC50), d). Legume establishment-Le + bovine manure (E)-(Le+E) y e). B + E + vermicompost (Lo)-(B+E+Lo). A completely randomized experimental design with five replications was used. Yield, fruit quality and vegetative growth were the evaluated variables. The Le+E treatment applied promoted the highest yield (4.74 t·ha⁻¹), followed by the B+FC50 (3.9 t·ha⁻¹); all treatments which involved the use of B, alone or combined, exceeded the FC treatments yield (3.41 t·ha⁻¹). In the same way, almost all the treatment that included the B, were cheaper. The highest values of all

the fruit quality variables evaluated were also obtained when Le+E was applied, as well as the highest values on height and date palm topped diameter increment.

Key words: yield, date, quality.

1. Introducción

La palma datilera fue introducida a la península de Baja California en el siglo XVIII por el jesuita Juan de Ugarte al establecer plantas en las misiones, iniciando en la misión de Loreto, BCS (Johnson *et al.*, 2013). Actualmente, este cultivo en México se encuentra distribuido principalmente en los estados que conforman la península de Baja California y en Sonora (SIAP, 2014). Sonora y Baja California tienen la mayor superficie establecida de dátil, así como los rendimientos más altos en la región, mientras que en BCS, la superficie establecida de dátil es de 345 ha, con rendimientos reportados muy bajos (2.3 t ha⁻¹) (SIAP, 2014). Algunas de las razones de ello son la inclusión de datos de materiales criollos que representan la mayor superficie y que no se cultivan, la heterogeneidad de las plantaciones de palma datilera debido a la extracción de palmas de mayor edad y su venta. Otra razón, muy importante, es el bajo nivel tecnológico aplicado a las palmas en producción, lo cual a su vez se debe a cuestiones económicas de los productores (Navarro, Cabada y Morales, 2017; Navarro, Cabada, Morales y López, 2017). La palma datilera se desarrolla en suelos arenosos-pedregosos, de baja fertilidad y fertilización muy limitada, lo cual afecta su productividad (Abdul-Abaki, Aslan, Linderman, Cobb y Davis, 2002); sin embargo, cuentan con una buena sanidad en las plantaciones de palma datilera. Por ello, con el fin de generar tecnología de producción en uno de los aspectos críticos detectados en el manejo de la palma datilera en la región se llevó a cabo un estudio para evaluar varias opciones sostenibles de fertilización en palma datilera ‘Medjool’ en el municipio de Mulegé, BCS.

2. Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo durante 2017 en un huerto de palma datilera del ejido Alfredo V. Bonfil, del municipio de Mulegé, BCS, lugar en la entidad donde se concentra la mayor superficie de palma datilera con variedades mejoradas. El huerto con plantas de distintas edades se encuentra en producción y se localiza a 27° 20' 37" latitud N y 112° 46' 55" longitud O y a una altitud aproximada de 185 msnm, en una zona semidesértica con una precipitación anual de 123 mm, distribuida en verano-otoño (Ruiz, Díaz, Meza, Serrano y Medina, 2006). Se seleccionaron plantas de ‘Medjool’ de aproximadamente 15 años. El lote se encuentra bajo riego por goteo, con un distanciamiento de 10x10m (100 plantas/ha) con algunas plantas intercaladas en las hileras, en un suelo franco-arenoso pedregoso, con pH de 8.79, materia orgánica 0.8 y bajo en contenido de nitrógeno. Los tratamientos aplicados fueron: a). fertilización convencional-FC, b). biofertilizantes (bacteria *Azospirillum brasilense* + micorriza *Glomus intraradices*) (B), c). B + FC al 50% (B+FC50), d). establecimiento de leguminosa (garbanzo)-Le + estiércol-E (Le+E) y e). B + E + lombricomposta-Lo (B+E+Lo). La FC con dosis de 160-60-160 consistió en la aplicación

de todo el fósforo (P) al inicio del ciclo, el nitrógeno (N) y el potasio (K) se fraccionaron en tres aplicaciones (inicio-40%, crecimiento del fruto-30%, y postcosecha-30%). La Le basada en garbanzo se estableció a finales de noviembre, mientras que el E de bovinos (10 t/ha) se aplicó en las tres épocas indicadas anteriormente; en la combinación de B + E + Lo se aplicó una dosis de 5 t/ha y en los tres momentos mencionados anteriormente. Se tomaron muestras de suelo antes y después de aplicados los productos en cada uno de los tratamientos. La cosecha de la variedad Medjool, se realizó de mediados de agosto al 20 de septiembre del 2017, realizando cortes cada dos días. Ante la dificultad de estar presentes en cada uno de los cortes de dátil, se llevó a cabo una estimación del rendimiento tomando muestras de fruta y la definición de características del racimo. Las variables analizadas fueron: rendimiento de fruta, altura de planta, diámetro de copa y calidad de la fruta (diámetro, longitud, peso, relación pulpa/hueso). Los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar con 5 repeticiones, sin embargo, debido a problemas de alternancia en la producción, los datos se analizaron utilizando estadística descriptiva básica.

3. Resultados y discusión

Debido al problema de alternancia de la producción, los datos se analizaron sólo utilizando estadística descriptiva básica. Así, en la Figura 1, se muestra el efecto de las distintas opciones de fertilización sobre el rendimiento de dátil 'Medjool'; se encontró que la combinación de Le+E fue la que promovió un mayor rendimiento de dátil con un valor de 47.4 kg-palma (4.74 t/ha⁻¹), superando con 8.3 kg-palma (3.9 t/ha⁻¹) al tratamiento más próximo que fue la combinación de B+FC50; todos los tratamientos que involucraban el uso de B sólo o combinado, superaron al tratamiento de FC. La diferencia entre los tratamientos extremos fue de 13.3 kg-palma (1.33 t/ha⁻¹). De acuerdo a los precios del dátil que el productor manejó ese año (\$70.00 el kilogramo), la diferencia entre los tratamientos extremos se reflejaría en \$93,100.00 de ingresos adicionales por hectárea a favor del mejor tratamiento (Le+E), comparado con la FC; todo esto sin tomar en cuenta los ahorros al utilizar estos productos (leguminosa y estiércol) como fertilizante. Al hacer Rendimiento (kg/planta).

En lo que se refiere al efecto de los tratamientos de fertilización sobre la calidad de la fruta del dátil (Cuadro 1), encontramos que los valores más altos de calidad de la fruta se lograron con el tratamiento que involucró la Le+E. En todas las variables evaluadas de calidad de la fruta los valores más altos se lograron con este tratamiento. Algo que hay que considerar es que también en este tratamiento (Le+E) se aplicó más agua en el período que estuvo presente la leguminosa en las plantas tratadas; sin embargo, sin dejar de considerar este factor del riego extra, el hecho de tener frutos de mejor calidad (mayor tamaño) se debió más que nada al tipo de fertilización que se aplicó a estos tratamientos. Por otro lado, los valores de rendimiento de fruta obtenidos en los distintos tratamientos se consideran muy buenos, ya que superan el rendimiento promedio estatal reportado de 2.3 t/ha⁻¹, de un 48% a más del 100% del rendimiento promedio reportado.

Los menores valores de calidad de la fruta obtenidos fueron con los tratamientos que involucraban sólo fuentes orgánicas de nutrimentos, esto es el uso de B y la combinación de B+E+Lo, lo cual pudiera deberse al hecho de que estas fuentes orgánicas tienen un efecto más lento y gradual en el suelo y que posteriormente se reflejará en la planta, comparado a la aplicación de las fuentes convencionales de nutrimentos al suelo. En general, se espera que el efecto se manifieste más adelante al mejorarse las condiciones del suelo. Al igual que en el caso de las variables de rendimiento y calidad de la fruta, los mayores valores de altura y diámetro de copa (datos no presentados) de las plantas de dátil se lograron con el tratamiento de Le+E. Algo que aún falta por determinar es saber si estos tratamientos que no incluyen a la FC, han significado alguna mejora en las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del suelo, lo cual se esperaría a mediano plazo.

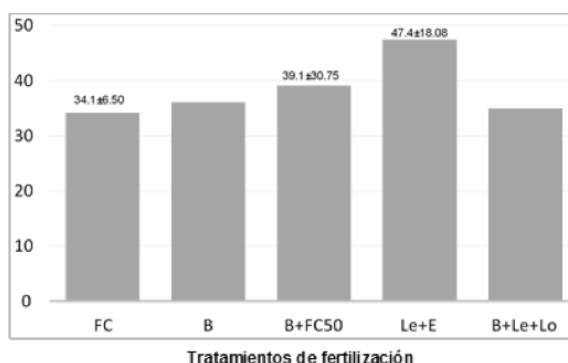


Figura 1. Rendimiento de dátil ‘Medjool’ en respuesta a la aplicación de diferentes opciones de fertilización sostenible. BCS. 2017. (FC=fertilización convencional, B=biofertilizantes, B+FC50=biofertilizantes+fertilización convencional al 50%, Le+E=leguminosa+estiércol, B+E+Lo= biofertilizantes +estiércol+lombricomposta) una estimación de los costos de la fertilización, encontramos que todos los tratamientos que involucraban B fueron los más económicos, salvo el último que involucró la Lo.

Cuadro 1. Efecto de opciones sostenibles de fertilización en algunas variables de calidad de la fruta en dátil ‘Medjool’. BCS. 2017

Tratamiento	Peso (g)	Fruto		Peso del hueso (g)	Relación Pulpa/hueso
		Diám. (cm)	Long. (cm)		
Fertil. Conv. (FC)	15.9±0.88*	2.4±0.00	4.2±0.15	1.1±0.06	12.8±0.46
Biofertilizantes (B)	12.0±2.10	2.2±0.15	4.1±0.3	1.0±0.11	10.7±1.47
B + FC (50%)*	14.1±0.87	2.3±0.00	4.2±0.15	1.1±0.15	13.2±3.31
Le + E	18.2±4.18	2.6±0.23	4.8±0.26	1.2±0.15	14.9±1.56
B + E + Lom	12.0±0.10	2.3±0.11	4.1±0.25	1.1±0.15	9.9±1.50

*Media±desviación estándar.

4. Conclusiones

Preliminarmente, podemos concluir que el establecimiento de leguminosa combinado con aplicación de estiércol (Le+E) es la que mostró el mayor rendimiento (47.4 kg-palma), superando desde un 48% hasta más del 100% del rendimiento promedio reportado en la entidad. Todas las opciones que involucraban el uso de B, sólo o combinado, superaron el rendimiento de la FC, además de ser más económicas, salvo donde se usó Lo; lo anterior nos da una mejor relación beneficio/costo. Los valores mayores de calidad de la fruta y de crecimiento de las palmas se obtuvieron también con las aplicaciones de Le+E.

Referencias

1. Abdul-Abaki, A., S. Aslan, R. Linderman, S. Cobb y A. Davis. 2002. Soil, water and nutritional management of date orchards in the Coachella Valley and Bard. 2nd. Edition. California Date Commission, Indio, CA. 10 p.
2. Johnson, D.V., Delgadillo, J., Carrillo, M.H., Krueger, R., Rivera, D., Alcaraz, F., Carrillo, E., Obón, C. y Ríos, S. 2013. Date palm dispersal to the Americas: Historical evidence of the Spanish Introduction. Proc. In: N. Bouguedoura *et al.* (eds), First International Symposium on date palm. Acta Horticulturae 994: 99-104.
3. Navarro, A.J.A.C., C. Cabada, T., A. Morales, M. 2017. La fertilización en el cultivo de palma datilera en Baja California Sur. Desplegable para productores No. 53. INIFAP-Campo Experimental Todos Santos. 2 p.
4. Navarro, A.J.A.C., C. Cabada, T., A. Morales, M. y A. López, C. 2017. Informe técnico y financiero anual del proyecto de investigación “Innovaciones tecnológicas sostenibles para mejorar la productividad y rentabilidad en frutales de zonas áridas del Noroeste de México”. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Todos Santos. La Paz, Baja California Sur. 60 p.
5. Ruiz, C., J.A., G. Díaz, P., R. Meza, S., V. Serrano, A. y G. Medina, G. 2006. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Baja California Sur (Período 1961-2003). Libro Técnico No. 2. INIFAP-CIRNO. Cd. Obregón, Sonora, México. 268 p.
6. SIAP. 2014. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Disponible en: <http://www.siap.gob.mx>. Consultado el 15 de diciembre, 2014.

Análisis Climatológico Del Ciclo 2017-2018 De La Vid En La Costa De Hermosillo

Ochoa Munguía Carlos Isidro, Villaescuza Landeros José, Othón Ramos Yahdan Javier, Rodríguez Casas Julio, Rueda Puente Edgar Omar, Rodríguez Julio Cesar

Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Km 20.5 Carretera Hermosillo-Bahía Kino. 83000 Hermosillo, Sonora, México ochoa97@gmail.com

Resumen

Uno de los principales problemas presentes en la región de la costa de Hermosillo es la escasez de agua y las variaciones climáticas. En los últimos años se han presentado variaciones en el clima que han impactado directamente la fenología de los diferentes cultivos, en este caso en los viñedos. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue registrar las variables climáticas que se presentaron en el ciclo y cómo influyeron en el consumo de agua en la planta. El estudio se realizó considerando el ciclo agrícola del cultivo 2017-2018, en un sitio experimental ubicado en la Costa de Hermosillo. Las mediciones se realizaron utilizando una estación micrometeorológica, mediante la cual se obtuvieron datos de humedad, temperatura radiación solar y velocidad de viento, para después calcular la evapotranspiración de referencia (E_{To}), mediante la ecuación de la FAO 56, Penman-Monteith, evapotranspiración del cultivo (Etc), horas frío-efectivas (HFE) y unidades calor (UC). Las variables evaluadas fueron: lámina de riego aplicada e índice de área foliar. Los resultados indican que se presentó una menor cantidad de horas frío en comparación con otros ciclos, lo que obligó al productor a uniformizar la brotación, por consiguiente, se observó una mayor cantidad de unidades calor, lo que provocó la presencia de plagas, mayor follaje y evapotranspiración demandada por la atmósfera y un manejo más del fruto.

Palabras Clave: Evapotranspiración, horas frío, riego.

Abstract

One of the main problems present in the region of the coast of Hermosillo is the shortage of water and climatic variations. In recent years, there have been variations in the climate that have directly affected the phenology of different crops, in this case, the vineyards. Therefore, the objective of the present investigation was to record the climatic variants that were presented in the cycle and how they influenced the water consumption in the plant. The present study was conducted in the agricultural cycle for the crop 2017-2018 in an experimental site located at the coast of Hermosillo. The measurements were made using a micrometeorological station, which obtained data on humidity, temperature, solar radiation and wind speed, to then calculate reference evapotranspiration (E_{To}), using the FAO 56 equation, Penman-Monteith, evapotranspiration of the crop (Etc), cold-effective hours (HFE) and growing degree days (UC). The evaluated variables were: applied irrigation and leaf area index. The results indicated that there was a lower number of cold hours compared to other cycles, which forced the producer to

standardize budding, therefore, a greater number of heat units was observed, which caused the presence of pests, increased foliage and evapotranspiration demanded by the atmosphere and more complicated management of the fruit.

Key words: Evapotranspiration, chilling hours, irrigation.

1. Introducción

Las variables agrometeorológicas afectan directamente a los componentes que dan vitalidad a las plantas como lo son: el agua, suelo, luz-calor, humedad, que están dentro de los más importantes. Estos componentes no pueden ser sustituidos por otros, solo la presencia de más o ausencia de uno de estos tienen un impacto significativo en el desarrollo de las plantas (Ferrerías, 2002). La planta en sí es la que más depende de los elementos abióticos, el más importante es la energía solar, esta radiación permite que se lleve a cabo uno de los procesos más importante y que le da vida a la planta, la fotosíntesis.

En México, Sonora es el principal productor de uva de mesa del país, con una producción de 231,908 t SIAP (2018), siendo los municipios de Hermosillo y Caborca quienes aportan la mayor parte de la producción. Este cultivo se caracteriza por presentar una alta resistencia a las heladas invernales; sin embargo, la temperatura óptima para su desarrollo oscila entre 15 y 25°C. Durante el desarrollo vegetativo la vid debe presentar una acumulación de calor diario suficiente con el fin de madurar correctamente sus racimos, es decir, de 2800 a 4000 UC dependiendo de la variedad. Por otro lado, también tiene un alto consumo de agua y genera una importante cantidad de jornales anualmente. Con el fin de dar a conocer el impacto del clima sobre este cultivo se analizan las principales variables en la Costa de Hermosillo, Sonora, México.

2. Materiales y métodos

Este trabajo se realizó en uva de mesa de la variedad Perlette, en el ciclo agrícola 2017-2018 en el campo “Viñas de la costa”, Costa de Hermosillo, en un suelo con textura franco-arenosa y sistema de riego por goteo. Esta variedad, presenta un vigor medio y un ciclo de producción corto (130 días de poda a cosecha). En el sitio fue instalada una torre micrometeorológica la cual fue instrumentada en su parte aérea y en el suelo (Cuadro 1).

En ella se midieron las principales variables meteorológicas (temperatura y humedad del aire, radiación solar, riego y humedad de suelo), adicionalmente con esta instrumentación se midió el flujo de calor latente (Evapotranspiración) y flujo de carbono. La aproximación utilizada para el cálculo de evapotranspiración de referencia fue PMFAO56 Allen *et al.* (1998) y el coeficiente de cultivo (Kc) (Doorenbos y Pruitt, 1977).

Cuadro 1. Equipo micro meteorológico instalado en el campo “Viñas de la Costa”

Variable	Sensor	Unidad	Altura
Flujo de calor sensible (H)	Anemómetro sónico (GILL)	W/	6 m
Flujo de calor latente	IRGA 750ORS (LICOR)	W/	6 m
Flujo de calor del suelo	Placa	W/	--
Temperatura y humedad del aire	HMP 60	°C y %	2.5 m
Temperatura de superficie		°C	--
Humedad de suelo	Hydra II, Stevens	/	-0.30 m
Temperatura de suelo	Sonda T09, CSC, Hydra II, Stevens	°C	-0.30 m
Precipitación	Texas Electronics	mm	--
Riego	Texas Electronics	mm	0.4 m
Radiación neta	Radiómetro neto (Kip and Zonen)	W/	5.0 m
Radiación incidente y reflejada	Albedómetro (Kip and Zonen)	W/	5.0 m

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 - 0.34u_2)}$$

3. Resultados y discusión

En el Cuadro 2 se muestran las HFE presentes en el ciclo 2017-2018 y se comparan con ciclos pasados. En él se observa que este ciclo ha sido un año con escasa acumulación de horas frío por el cultivo (154, HFE) inferior a lo recomendado por Osorio *et al.* (2004), como límite inferior de 200 HFE, y los reportados por Márquez *et al.* (2004), entre 2008-09 y 2012-13, lo cual obligó al productor a aplicar Cianamida para uniformizar la brotación.

La Figura 1, muestra las HFE y las HFEA desde el 1 de noviembre del 2017 hasta el 31 de enero del 2018. En ella se puede observar que durante diciembre acumuló menos de 100 HFE, presentando en enero una escasa acumulación de frío. Durante este periodo se presentaron con frecuencia temperaturas del aire entre los 25 y 35 °C, lo que impacta fuertemente la acumulación diaria de frío efectivo.

La Figura 2, muestra el comportamiento cada 10 minutos de la temperatura (AirTC_avg) y humedad del aire. En ella se observan durante la brotación, temperaturas cercanas a cero grados en el sitio de medición y se produjo en algunas partes del predio daño por helada. Esto nos permite entender la presencia de microrregiones en el sitio, lo que puede impactar al cultivo. Por otro lado, se observa una importante baja en la humedad relativa (RH) y temperatura de punto de rocío (td), la cual también impactó a la formación de racimos.

El ciclo 2017-2018 fue un ciclo caluroso, esto favoreció el desarrollo de la planta y la presencia de plagas. Durante el periodo de enero a mayo la planta acumuló alrededor de 1800 UC (Figura 4), lo cual incrementó el desarrollo del follaje (Figura 3) y la mayor evapotranspiración de la vid.

Cuadro 2. Horas frío-efectivas (HFE) en la vid, por ciclo, en la costa de Hermosillo. SIAFESON-REMAS

Ciclo	HFE
2013-2014	220
2014-2015	257
2015-2016	488
2016-2017	366
2017-2018	154

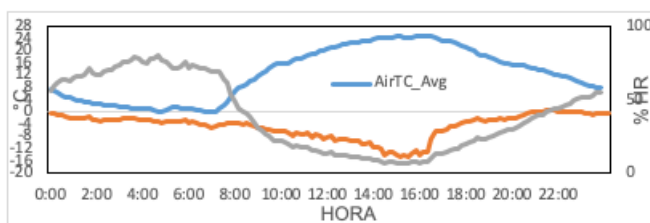
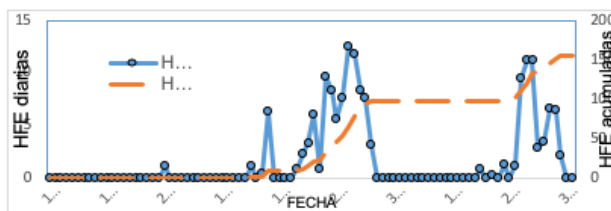


Figura 2. Comportamiento de la temperatura del aire, punto de rocío y humedad relativa, 25 de febrero del 2018

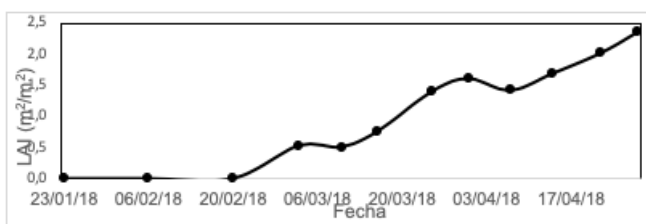


Figura 3. Índice de área foliar LAI (por sus siglas en inglés) (m^2/m^2) para el ciclo 2017-2018

La Figura 5, muestra el comportamiento diario de ET y ETo. En ella se observa una importante demanda de la atmósfera (ETo), superior a 9 mm/día, lo que produce altos valores de ET, con frecuencia superiores a 5 mm/día durante la primavera. Estos valores de ETo son mayores a los observados por Rodríguez *et al.* (2010) y Williams *et al.* (2003). De manera similar

los datos de ETc son superiores a los observados por ambos autores en sus experimentos. Durante este periodo, la ET acumulada fue de 371 mm y la ETo de 805 mm, con un riego de 541 mm, con un Kc máximo mensual de 0.68, inferior al reportado por Williams *et al.* (2003) y superior al de Rodríguez *et al.* (2010).



Figura 4. Grados día acumulados para el ciclo 2017-2018

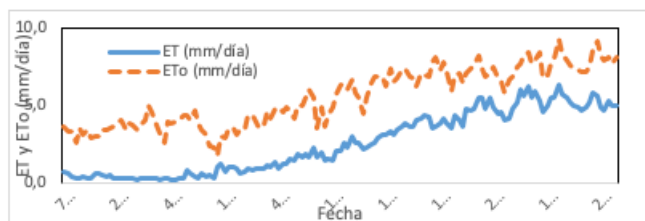


Figura 5. Comparación ETc y ETo enero-mayo del 2018 en la costa de Hermosillo

4. Conclusión

El ciclo 2017-2018, se presentaron condiciones adversas para la vid, tales; como baja acumulación de horas frío, temperaturas del aire superiores a otros años, lo que ocasionó un importante desarrollo del follaje, alta evapotranspiración por una alta demanda atmosférica, lo que obligó al productor a aplicar uniformadores de la brotación, reducción periódica del follaje, incrementar el riego y un manejo complicado del fruto.

Referencias

1. Márquez, J., A., Osorio, G., Martínez, G., Núñez, J., Fu, A., Grageda, J., Valdés, B., Miranda, J., Ávila, J. (2004), Vid de mesa: establecimiento y manejo en la costa de Hermosillo y Pesqueira. INIFAP. Hermosillo, México.
2. J.C. Rodríguez, J. Grageda, C.J. Watts, J. Garatuzza-Payán, A. Castellanos-Villegas. Rodríguez-Casas, J. Saiz-Hernández, V. Olavarieta. (2010). Water use by perennial crops in the lower Sonora watershed. *J. Arid Env.* 74, 603-610
3. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration: Guide-lines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and drainage paper No. 56. FAO, Rome, Italy.
4. Doorenbos, J., Pruitt, W.O., Aboukhaled, Damagnez, J., Dastane, N.G., Van Den Berg, C., Rijtema R.E.,

5. Ashford, O.M., Frère M., FAO Field Staff. 1977. Crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper No. 24. FAO, Rome, Italy.
6. Williams, L.E., Phene, C.J., Grimes, D.W., Trout, T.J., 2003. Water use of mature Thompson seedless grapevine in California. *Irrigation Science* 22, 11–18.
7. Calixto Ferreras Fernández. (2002). *Agroclimatología*. Murcia, España: Tipografía San Francisco.

Productividad De Dos Variedades De Garbanzo En Cuatro Láminas De Riego En Sistema De Riego Por Goteo

Ortega Murrieta Pedro F.¹, Fierros Leyva Gustavo A.¹, Padilla Valenzuela Isidoro², Acosta Gallegos Jorge A.³, Velarde Félix Sixto⁴, Valenzuela Herrera Víctor⁴, Guerrero Aguilar Brenda Z.³, Gutiérrez Pérez Erasmo⁵, Saucedo Acosta Raul H.⁶, López Guzmán Jesus A.⁴

¹ Campo Exp Costa de Hermosillo, Ctra a Bahía de Kino Km 12.6, Col La Manga, Hermosillo, Sonora, ortega.pedro@inifap.gob.mx ortegampedro@gmail.com

²Campo Exp. Norman E. Bourlaug, Cd Obregón Sonora

³Campo Exp. Bajío, Celaya, Guanajuato

⁴Campo Exp. Valle de Culiacán, Sinaloa

⁵Campo Exp. Todos Santos, BCS

⁶Campo Exp. Valle del Fuerte, Juan Jose Ríos, Sinaloa

Resumen

En el noroeste de México se produce más del 80% del garbanzo a nivel nacional, con una superficie promedio cosechada en los últimos cinco años (2014-2018) de 85,020 ha, con rendimiento promedio de 1.704 t ha⁻¹, y con una producción de 152,004 toneladas anuales. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la aplicación de cuatro láminas de riego sobre el rendimiento de dos variedades de garbanzo. Se aplicaron 295, 341, 386 y 402 mm de lámina de riego en los genotipos Mazocahui y BlancoSon; se usó diseño de parcelas divididas, la parcela grande fue la lámina de riego y la parcela chica las variedades. Se sembró en sistema de riego por goteo, en camas a 1.6 m de separación con doble hilera de siembra a 0.4 m de separación. Hubo diferencia estadística altamente significativa ($p \leq 0.05$) para los factores láminas de riego, genotipos y la interacción de estos factores en el rendimiento cribado o de exportación. Se produjo el más alto rendimiento de exportación con la variedad Mazocahui con la lámina de riego de 402 mm con 3,213 kg ha⁻¹. No hubo efecto de láminas de riego ni variedades en las variables de calibre de grano y en porcentaje de exportación.

Palabras Clave: rendimiento, lámina de riego, eficiencia de agua de riego.

Abstract

Chickpeas are produced in northwestern Mexico mainly for the international market. During the 2014 to 2018 growing seasons 85,020 ha were harvested, with production revenue of about 2.432 million pesos. The objective of this study was to determine the effect of four irrigation levels on grain yield in two chickpea varieties. The irrigation levels were 295, 341, 386 and 402 mm ha⁻¹ of irrigation water, and the genotypes evaluated were Mazocahui and BlancoSon. A split plot design was used; the whole plots were the irrigation levels and the subplots the genotypes. The experiment was planted to a drip irrigation system in beds 1.6 m apart with a double row planting, 0.4 m apart. There were highly statistically significant differences among irrigation

levels, genotypes and the interaction in grain yield. The highest yield was obtained with Mazocahui using 402 mm of water ha⁻¹, for a yield of 3,213 kg ha⁻¹. There were neither differences for grain size and percentage of exportable grain obtained for irrigation levels nor for genotypes.

Key words: yield, irrigation level, water use efficiency.

1. Introducción

El garbanzo blanco es un cultivo adaptado a las condiciones agroecológicas del Noroeste de México, que produce satisfactoriamente y que requiere de baja cantidad de agua para su adecuada productividad, ya que los reportes indican que con 400 a 500 mm de lámina de agua por hectárea es suficiente para producir entre 2 a 3 toneladas de grano por hectárea. La superficie de siembra promedio cosechada en el noroeste de México en los últimos cinco años (2014-2018) fue de 85,020 ha, con rendimiento promedio de 1.704 t ha⁻¹, y con una producción de 152,004 toneladas anuales con un valor de la producción de aproximadamente 2,432 millones de pesos (SIAP, 2018). Este cultivo se produce para el mercado de exportación, principalmente para España, Italia y Argelia. El garbanzo es una fuente de alto contenido de proteína, y su uso principal es para alimento humano (Singh, Singh, Sharma and Turner, 1987).

Dentro de las limitantes agronómicas de la producción del garbanzo en el noroeste de México están las enfermedades foliares y de la raíz (Fierros *et al.*, 2012), destacando las pudriciones de raíz causadas por varias especies de hongos del suelo (Saxena, 1984). Dentro de los factores agronómicos de manejo del cultivo que afectan los rendimientos de grano, se tienen el adecuado manejo del agua de riego, el balance nutrimental, el uso de reguladores y micronutrientes aplicados mediante aspersiones foliares (Hasanuzzaman, Fazlul, Quazi and Kamrun, 2007). El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de cuatro láminas de riego en el rendimiento y calidad de grano de dos variedades de garbanzo.

2. Materiales y métodos

Las láminas evaluadas fueron 295, 341, 386 y 402 mm de agua aplicada por hectárea durante el ciclo del cultivo. Se sembraron las variedades Mazocahui y BlancoSon, liberadas recientemente por el INIFAP en el noroeste de México. La diferenciación de las láminas de riego se realizaron a partir de los 50 días después de la siembra (dds), y a partir de esta etapa se aplicaron las cantidades de agua programadas cada 4 a 7 días. La siembra se realizó el 22 de enero 2018, la separación de la cinta de riego fue de 1.6 m con siembra en doble hilera (0.4 m de separación entre hileras), con 12 plantas por metro lineal (150,000 plantas·ha⁻¹).

Se estableció en un suelo yermosol, con textura franco arcilloso. Para el control de maleza se aplicó oxyfluorfen en dosis de 240 g de i.a. ha⁻¹, previo a la aplicación del agua de riego para la nacencia del cultivo. Se aplicaron fertilizantes a través del sistema de riego, en dosis de 90-50-00 (kg de N, P₂O₅, K en kg ha⁻¹). La parcela experimental fue de 2 camas de siembra de 10 m de

largo y la parcela útil de 8 m², con cuatro repeticiones. Se usó diseño experimental de parcelas divididas, la parcela grande fueron láminas de riego y las chicas las variedades.

Se cosechó el 20 de mayo 2018, se obtuvo el rendimiento de origen (o de campo), la muestra se pasó por una malla de 9 mm de diámetro para calcular el porcentaje de exportación y el rendimiento de exportación, y se midió también el calibre del grano (número de granos en 30 g). Los resultados de rendimiento y variables se analizaron estadísticamente utilizando el paquete JMP Pro de SAS®, para obtener el análisis de varianza de las variables evaluadas. La separación de medias fue realizada por Tukey (0.05).

3. Resultados y discusión

Los resultados de rendimiento de grano de origen presentaron diferencia estadística altamente significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos de láminas de riego y genotipos. En el rendimiento de grano de exportación hubo alta significancia estadística en los tratamientos de láminas de riego y genotipos, así como en la interacción de estos dos factores. No hubo diferencia estadística para estos dos factores en calibre de origen, calibre de exportación y porcentaje de exportación. En rendimiento de grano de origen y de exportación, las láminas de riego de 402, 341 y 386 mm, y la variedad Mazocahui, obtuvieron los más altos rendimientos (Cuadro 1 y 2).

Cuadro 1. Rendimiento de origen y rendimiento de exportación de las láminas de riego, en promedio de las variedades en riego por goteo en garbanzo

Lámina de riego (mm)	Rendimiento de origen† (kg/ha ⁻¹)		Rendimiento de exportación† (kg/ha ⁻¹)	
402	3,460	a	2,991	a
341	3,056	a	2,634	a
386	2,982	a	2,494	b
295	2,033	b	1,733	c
Signif. estadística‡	**		**	

†Valores con la misma letra dentro de la columna son estadísticamente iguales, Tukey (0.05).

‡, Significancia Estadística, **, altamente significativo ($p > 0.99$)

Cuadro 2. Rendimiento de origen y rendimiento de exportación de las variedades de garbanzo, en promedio de las láminas de riego

Lámina de riego (mm)	Rendimiento de origen† (kg/ha ⁻¹)		Rendimiento de exportación† (kg/ha ⁻¹)	
Mazocahui	3,032	a	2,618	a
BlancoSon	2,734	b	2,309	b
Signif. estadística‡	**		**	

†Valores con la misma letra dentro de la columna son estadísticamente iguales, Tukey, (0.05).

‡, Significancia Estadística, **, altamente significativo ($p > 0.99$)

En la interacción de las láminas de riego y variedades, el mas alto rendimiento de exportación lo presentó el genotipo Mazocahui, en las láminas de riego de 402, 341 y 386 mm, asi como BlancoSon con lámina de riego de 402 mm, que pertenecen al mismo grupo estadístico (Cuadro 3). La lámina de riego de 295 mm fue la mas afectada en rendimiento de grano en ambas variedades.

Se midió el porcentaje de exportación, obtenido al pasar una muestra de grano por una malla de 9 mm de diámetro, y el calibre del grano (que representa el número de granos en 30 g), tanto de origen como de exportación o cribado. Los resultados indican que no hubo diferencia significativo en estos parámetros en las láminas de riego evaluadas ni entre las variedades (Cuadro 4).

Cuadro 3. Rendimiento de exportación (kg ha⁻¹) de genotipos de garbanzo bajo diferentes lámina de riego

Lámina de riego	Genotipo	Rendimiento†	
402 mm	Mazocahui	3,213	a
341 mm	Mazocahui	2,804	ab
386 mm	Mazocahui	2,795	ab
402 mm	BlancoSon	2,770	ab
341 mm	BlancoSon	2,464	b
386 mm	BlancoSon	2,193	bc
295 mm	BlancoSon	1,807	c
295 mm	Mazocahui	1,658	c
Signif. Estadística‡		**	

†Valores con la misma letra dentro de la columna son estadísticamente iguales, Tukey, (0.05).

‡, Significancia Estadística, **, altamente significativo (p>0.99)

Cuadro 4. Calibre de origen, calibre de exportación y porcentaje de exportación de los genotipos de garbanzo en las láminas de riego aplicadas

Lámina de riego	Genotipo	Rendimiento†		
95 mm	Mazocahui	52	49	86
341 mm	Mazocahui	53	49	87
386 mm	Mazocahui	53	49	87
402 mm	Mazocahui	53	49	86
295 mm	BlancoSon	52	49	85
341 mm	BlancoSon	52	50	85
386 mm	BlancoSon	55	47	80
402 mm	BlancoSon	53	49	87
Signif. Estadística‡		ns	ns	ns

†Valores con la misma letra dentro de la columna son estadísticamente iguales, Tukey, (0.05).

‡, Significancia Estadística, **, altamente significativo (p>0.99)

4. Conclusión

En esta evaluación se observó que el mas alto rendimiento de grano fue con la aplicación de 402 mm de lámina de riego para ambas variedades. En la variedad Mazocahui se obtuvo rendimiento sobresaliente con 341 mm de lámina. En el caso de BlancoSon se requiere una lámina mínima de 402 mm. El calibre o tamaño de grano y el porcentaje de exportación de grano no fueron afectados por las láminas de riego ni por las variedades.

Referencias

- 1.Hasanuzzaman, Mirza, Fazlul Karim, Quazi Abdul Fattah and Kamrun Nahar. 2007. Yield Performance of Chickpea Varieties Following Application of Growth Regulator. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 2(2):117-120.
- 2.Fierros L.G.A., Ortega M.P.F., Salinas P.R.A., Padilla V.I., Valenzuela H.V. y Gutiérrez P.E. 2012. Rendimiento, calidad de grano y respuesta a pudriciones radiculares de 17 líneas elite de garbanzo. Memorias del XV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C, México. p. 1047-1052.
- 3.Saxena, N.P. 1984. Chickpeas. *In*. The Physiology of Tropical Field Crops. P. R. Goldsworthy and N.M. Fisher eds. John Wiley and Sons Ltd. New York, N.Y. U.S.A. p. 419-451.
- 4.SIAP. 2018. Consulta en línea, 28 de agosto 2018. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>.
- 5.Singh, D.P , Singh, P., Sharma, H.C. and Turner, N.C., 1987. Influence of water deficits on the water relations, canopy gas exchange, and yield of chickpea (*Cicer arietinum*). *Field Crops Res.*,16: 231-241.

Validación Del Garbanzo (*Cicer Arietinum, L.*) Bajo Riego Por Goteo En Un Suelo Salino, En El Valle De Yaqui, Sonora

Ortiz Enríquez José Eliseo¹, Padilla Valenzuela Isidoro¹, Félix Valencia Pedro¹, Valdez Gascón Benjamín², Márquez Cervantes Jesús A.¹, Muñoz Valenzuela Sergio¹

¹INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug, Sonora. ortiz.eliseo@inifap.gob.mx

²Hermosillo, Sonora

Resumen

En el Valle del Yaqui, Sonora se siembran 10,000 ha de garbanzo y el precio varía entre 15,000 a \$20,000 pesos por t, en el ciclo 2016-17 se pagó a \$30,000/t y depende del mercado internacional. El manejo del agua es un factor limitante y se considera de baja demanda (45 cm de lámina) y se cultiva bajo riego por gravedad, muy poco con riego presurizado. Este trabajo se realizó en el ciclo 2017-18 con productor en el Block 2328, en un suelo con problemas de sales con Conductividad Eléctrica de 8.6 mS/cm, a 3 mS/cm ya baja el rendimiento, el laboratorio recomendó no sembrar garbanzo. Se validó el sistema de riego por goteo en una superficie de 300 ha. El rendimiento fue de 3.0 t/ha, la lámina de agua fue de 35.94 cm. El número de cápsulas y granos por planta fue de 94 y 93, respectivamente, el peso de grano por planta y de un grano fue de 69.5 y de 0.75 gramos, respectivamente. La productividad del agua fue de 1,198 litros por kilo de grano. No se fertilizó. Se pudo producir garbanzo bajo riego por goteo en un suelo con problemas de sales. El rendimiento promedio es de 1,994 kg/ha.

Palabras Clave: Riego por goteo, garbanzo y salinidad.

Abstract

In the Yaqui Valley, Sonora is planted 10,000 ha of chickpea and the price varies between 15,000 to \$ 20,000 pesos per ton, in the 2016-17 season was paid at \$ 30,000/ton and depends on the international market. Water management is a limiting factor and is considered low demand (40 cm water applied) and is cultivated under surface irrigation, very little with pressurized irrigation. This trail was carried out in the 2017-18 season with farmer in Block 2328, in a soil with salt problems with Electrical Conductivity of 8.6 mS/cm, at 3 mS/cm and the yield is low, the laboratory recommended not planting chickpea. The drip irrigation system was validated on an area of 300 ha. The yield was 3.0 ton/ha, the water table applied was 35.94 cm. The number of capsules and grains per plant was 94 and 93, respectively, the grain weight per plant and one grain was 69.5 and 0.75 grams, respectively. The water productivity was 1,198 liters per a kilo of grain. It was not fertilized. With management, chickpea could be produced under drip irrigation in a land with salt problems. The average yield was 1,994 kg/ha.

Key words: Drip Irrigation, Chickpea and Salinity.

1. Introducción

En Sonora, se siembran 20,000 ha de garbanzo, con un rendimiento de 2.3 t/ha y con un valor de 400 millones de pesos (OEIDRUS, 2013). La superficie de siembra está en función de la demanda y precio en el mercado internacional. México lo exporta a España, Italia y Argelia. Los factores limitantes de la producción son el uso y manejo del agua, aborto de flores y cápsulas, pudrición de raíz (rabia) y plagas. En el Valle del Yaqui se siembran entre 1,000 a 10,000 ha (Cuadro 1) y el precio a fluctuado alrededor de 15,000 a \$20,000 pesos por t, en el ciclo 2016-17 el precio fue histórico y se pagó a \$30,000/t. En esta región el trigo cubre el 70% de la superficie y éste ha tenido problemas de rentabilidad, para el ciclo 2017-18 la superficie bajó considerablemente y la de garbanzo se incrementó y donde los productores buscaron una mayor rentabilidad con garbanzo.

El garbanzo ha sido considerado de baja demanda de agua (45 cm de lámina), algunos autores comentan que puede ser debido a su tipo de raíz pivotante, presenta osmoregulación y a la baja densidad estomática en sus hojas y con esto disminuye su transpiración (Durón 1986a), también se encontró que regar al 10% de la humedad aprovechable del suelo antes de la floración y al 20% después de la floración ha sido la mejor respuesta bajo riego por gravedad (Ortiz 1979 y 1980). El Cuadro 2 presenta la clasificación del tamaño del garbanzo y es de esta manera como el garbanzo se comercializa y se le paga al productor, es decir, no necesariamente gana más dinero el que produce mayor rendimiento/ha.

Cuadro 1. Superficie de siembra de garbanzo en el Valle del Yaqui, Sonora. 2008-2018

Ciclo	Superficie en ha	Rendimiento kg/ha
2008-09	5,090	2,395
2009-10	7,307	2,045
2010-11	7,263	1,882
2011-12	7,168	2,513
2012-13	7,176	2,591
2013-14	3,675	1,455
2014-15	1,244	2,743
2015-16	3,166	2,319
2016-17	9,993	2,074
2017-18	26,965	1,800

Fuente: Distrito de Desarrollo Rural 148, Cajeme, Sonora. SAGARPA

El garbanzo se riega por gravedad en el sur de Sonora, donde se aplican de cero a tres riegos de auxilio dependiendo del tipo de suelo, clima y conocimiento-manejo del técnico asesor. La lámina aplicada oscila entre 25 a 60 cm. La introducción de los sistemas de riego presurizados es reciente y se encuentra instalado en huertas, hortalizas y muy poco en granos. Debido a cada vez mayor escasez de agua ha ocasionado reducción en el área de siembra de verano, lo cual hace que

exista una mayor necesidad de introducir sistemas de riego y mejorar su eficiencia para disponer de más agua, por esta razón se planteó validar el cultivo del garbanzo bajo el sistema de riego por goteo, que además es sensible a la salinidad.

Cuadro 2. Clasificación española por tamaño de garbanzo (Número de granos en 30 Gramos)

Categoría	Número de granos en 30 gramos	Rendimiento kg/ha
XXX	42-44 (mayor tamaño de grano)	2,395
XX	44-46	2,045
X	46-48	1,882
0	48-50	2,513
2	50-52	2,591
4	52-54	1,455
6	54-56	2,743
8	56-58	2,319
10	58-60 (menor tamaño de grano)	2,074

2. Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en el ciclo otoño-invierno 2017-18 en un campo de un productor del Valle del Yaqui, Sonora, localizado en el Block 2328, la superficie fue de 300 ha. El tipo de suelo fue arcilloso, se realizó un análisis de suelo antes de sembrar para tomar decisiones, el análisis fue para fertilidad y para determinar sales. El método de análisis para fósforo fue el de Bray P1, para nitrógeno fue el de Brucina, para la C.E. fue el de Puente de Conductividad y para los microelementos fue el de absorción atómica. La preparación del terreno fue cinceleo, doble paso de rastra, no se fertilizó en presiembra o al momento de la siembra, el trazo de camas fue a 1.60 m de separación, la instalación de la cinta de riego a 5 cm de profundidad y calibre 7 mil, con un gasto de 1.1 litros por hora a 14 Libras y goteros separados a 30 cm. Posteriormente se aplicó el riego de presiembra pesado y con la aplicación de 450 kg/ha de yeso (Sulfato de Calcio) a través del sistema de riego por goteo.

La siembra fue del 15 de diciembre al 25 de enero de 2018, se utilizó una sembradora de precisión marca Monosem, depositando 15 semillas por metro lineal en húmedo a 5 cm de profundidad, dos hileras de siembra colocadas arriba de la cama y separadas a 70 cm entre hileras y se sembró la variedad Blanco Sinaloa. Se aplicó un herbicida pre emergente Prowl (Pendimetalina) con una aspersora. Al momento de la siembra se realizó un muestreo de suelo para medir la Conductividad Eléctrica (sales). El manejo del riego se llevó a cabo con base en la humedad del suelo, clima (evapotranspiración e estaciones automatizadas), lámina de agua aplicada, experiencia y conocimiento personal. No se realizó ninguna fertilización como ferti-

irrigación debido a que se realizó un análisis foliar y los niveles en la planta fueron suficientes. La cosecha fue con cosechadora comercial y se realizó un muestreo en una de las Cuadros, con cuatro repeticiones y de 8 m² de parcela útil.

3. Resultados y discusión

Análisis de suelo. El resultado del análisis fue el siguiente: El tipo de suelo fue arcilloso, suelo con problemas de sales con una Conductividad Eléctrica de 8.6 mS/cm, el cuál s un suelo salino de acuerdo a la NOM-021. Van Der Maesen, 1972 y Saxena 1997, citados por Martínez *et al* 2004, el garbanzo a 3 mS/cm ya inicia a bajar el rendimiento, de hecho el laboratorio recomendó no sembrar garbanzo. El pH fue de 7.35 y 1.2% de materia orgánica. El contenido de Nitrógeno fue de 134 kg/ha (alto de acuerdo al laboratorio Tepeyac), el Fósforo con 152 kg/ha (muy alto), Calcio con 20,339 kg/ha (muy alto), Magnesio con 2,706 kg/ha (muy alto), Potasio fueron 1,422 kg/ha (muy alto), Sodio con 3,150 kg/ha (muy alto), Fierro 5.78 partes por millón (ppm) y considerado bajo, Manganeso 21.95 ppm (alto), Zinc con 1.49 ppm (medio), Cobre 0.25 ppm (muy bajo) y Boro con 0.66 ppm (bajo). Con estos resultados se tomó la decisión de no fertilizar en presiembra o al momento de la siembra.

Aplicación de los riegos y lámina de riego aplicada. Se aplicaron de cuatro a seis riegos de auxilio dependiendo de la fecha de siembra, humedad del suelo y clima. La lámina total aplicada incluyendo el riego de presiembra mas los riegos de auxilio fue de 34.25 a 37.62 cm o 3.425 a 3.762 millares de m³/ha.

Manejo de la salinidad en suelo y agua. Se aplicó un riego pesado con lámina de 24.2 cm y en este riego se aplicaron 450 kg/ha de yeso (CaSO₄) a través del sistema de riego por goteo como ferti-irrigación. Al momento de la siembra se muestreó el suelo para medir la Conductividad Eléctrica que resultó en 2.4 mS/cm. La calidad del agua con la que se manejó el garbanzo desde el riego de presiembra y todos los riegos de auxilio fue de 180 a 350 partes por millón (ppm), su origen fue agua de la presa la cual es agua de muy buena calidad, además se llevó a cabo un monitoreo de la calidad del agua diario con instrumentos portátiles, porque en ocasiones la mezclan con agua de pozo.

Análisis de foliar o de planta. Se realizó un análisis foliar para fertilizar a partir del primer riego de auxilio a través del sistema de riego por goteo (ferti-irrigación) y los resultados fueron los siguientes: La concentración de Nitrógeno fue de 4.86% (clasificada como suficiente), Calcio de 1.40% (suficiente), la de Magnesio de 0.31% (suficiente), de potasio fue de 1.57% (baja) y Fósforo 0.33% (suficiente). Elementos menores: El fierro fue de 101.75 ppm (suficiente), Manganeso 93.25 ppm (suficiente), Zinc fue de 25.80 ppm (suficiente), la de Cobre fue de 8.40 ppm (suficiente) y Boro 57.00 ppm (suficiente). Con base en estos resultados se decidió tampoco fertilizar en planta durante todo el ciclo y solamente se realizaron dos aplicaciones foliares con base en el potasio.

Rendimiento de grano y productividad del agua. La cosecha se realizó con trilladora comercial del 5 al 12 de mayo de 2018 a los 140 a 120 días, dependiendo de la fecha de siembra. El rendimiento promedio de las 300 ha, fue de 3.0 t/ha, la lámina de agua aplicada promedio fue de 35.94 cm, la productividad del agua fue de 1,198 litros de agua para producir un kilo de grano de garbanzo.

Componentes de rendimiento. En el Cuadro 3 se presenta el número de cápsulas o vainas por planta y el número de granos por planta en garbanzo con un promedio de 94 y 93, respectivamente, considerado como una cantidad de buena a excelente, ya que se han alcanzado rendimientos de 2.7 t/ha con 60 granos por planta, claro la densidad o plantas por metro lineal también son importantes.

En el Cuadro 4 se presenta el peso del grano por planta y el peso de un grano en gramos con un promedio de 69.5 y 0.75, respectivamente, considerado como una cantidad de buena a excelente, ya que se han alcanzado rendimientos de 2.7 t/ha con 55 gramos por planta y de 0.55 gramos por cada grano.

Cuadro 3. Número de cápsulas o vainas por planta y número de granos por planta en garbanzo con riego por goteo. O-I 2017-18. CENEB-CIRNO-INIFAP

Parcela	Número de cápsulas por planta	Número de granos por planta
1	109	110.3
2	101	103.2
3	77	70.4
4	88	88.0
Promedio	94	93.0

Cuadro 4. Peso del grano por planta y de un grano con riego por goteo. O-I 2017-18. CENEB-CIRNO-INIFAP

Parcela	Número de cápsulas por planta	Número de granos por planta
1	76.0	0.69
2	80.0	0.76
3	52.0	0.74
4	70.0	0.79
Promedio	69.5	0.75

4. Conclusiones

- a).- El rendimiento de grano fue de 3.0 ton/ha en 300 ha de garbanzo.
- b).-El sistema de riego por goteo, el manejo del agua, la aplicación de yeso y el manejo agronómico hicieron posible producir garbanzo bajo condiciones de salinidad.
- c).-La productividad del agua fue de 1,198 litros para producir un kilo de grano de garbanzo.
- d).- El número de cápsulas y granos por planta fue de 94 y 93, respectivamente.
- e).- El peso de grano por planta y de un grano fue de 69.5 y de 0.75 gramos, respectivamente.

Referencias

- 1.OEIDRUS, 2013. Estadísticas de la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://oeidrus-sonora.gob.mx>
- 2.Ortega, M.P.F y Morales, G.J.A. 2004. Comercialización y Usos. Capítulo 10. En: Morales, G.J.A., Durón, N.L.J., Martínez, D.G. Núñez, M.J.H. y Fu, C.A.A. El cultivo de garbanzo blanco en Sonora. INIFAP-SAGARPA. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Libro Técnico Número 6.
- 3.Martínez, D.G., Morales, G.J.A. y Durón, N.L.J. 2004. Fisiología y desarrollo. En: Morales, G.J.A., Durón, N.L.J., Martínez, D.G. Núñez, M.J.H. y Fu, C.A.A. El cultivo de garbanzo blanco en Sonora. INIFAP-SAGARPA. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Libro Técnico Número 6.

Contenido De Clorofila A Y B En Plantas De Epazote (*Chenopodium Ambrosioides L.*) Sometidas A Concentraciones De Cloruro De Sodio En Hidroponia

Rosales Nieblas Ayenia Carolina¹, Ruiz Espinoza Francisco Higinio², Murillo Amador Bernardo³, Zamora Salgado Sergio², Beltrán Morales Félix Alfredo², Loya Ramírez José Guadalupe²

¹Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur. Ayudante Académico de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. arosales@uabcs.mx

²Profesores-Investigadores de la Universidad Autónoma de Baja California Sur

³Investigador del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.

Resumen

El presente experimento se realizó en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. (CIBNOR) ubicado en La Paz, Baja California Sur, México. Como sujeto de estudio se utilizó un ecotipo de epazote (*Chenopodium ambrosioides L.*). El objetivo del trabajo fue evaluar el contenido de clorofila a y b en plantas de epazote con el fin de conocer el efecto en la síntesis de este pigmento en condiciones de salinidad en un medio hidropónico de tipo raíz flotante. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, cinco tratamientos salinos (0, 50, 100, 150 y 200 mM) con cuatro repeticiones por tratamiento. La variable evaluada fue la clorofila a y clorofila b utilizando la técnica de extracción con acetona al 80 por ciento, realizando la medición una vez por semana durante cinco semanas. Los resultados mostraron un incremento estadísticamente significativo en la clorofila b durante la cuarta y quinta medición para los tratamientos de 100, 150 y 200 mM, mientras que la clorofila a solo mostró diferencias significativas en la cuarta medición siendo el valor más alto el tratamiento de 150 mM.

Abstract

The present experiment was hold in Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. (CIBNOR) located in La Paz, Baja California Sur, Mexico. An ecotype of epazote (*Chenopodium ambrosioides L.*) was used as study subject. The objective of the experiment was to evaluate the content of chlorophyll in epazote plants in order to know the effect in the synthesis of this pigment under salinity conditions on a floating root hydroponic medium. A completely randomized experimental design was used, that consisted in five saline treatments (0, 50, 100, 150 and 200 mM) with four repetitions per treatment. The variable evaluated was chlorophyll a and chlorophyll b using the extraction technique with 80 percent acetone, measuring once a week for five weeks. The results showed a statistically significant increase in chlorophyll b during the fourth and fifth measurement for 100, 150 and 200 mM treatments, while chlorophyll a showed only significant differences in the fourth measurement with the highest value being the treatment of 150 mM.

1. Introducción

La salinidad es el mayor limitante ambiental en el crecimiento y productividad de las plantas. Los efectos negativos que causa la salinidad alta en las plantas se observa en varios niveles, como la muerte de la planta y/o la reducción en la productividad, para la mayoría de las plantas, la presencia de sal disminuye la absorción de agua, y una vez acumulado dentro de la planta, el sodio es tóxico para una variedad de procesos metabólicos, incluyendo enzimas que participan en la fotosíntesis (Parida y Das, 2005; Barkla, Vera, Balderas y Pantoja, 2014). La escasez de agua y la sobreexplotación de los acuíferos están causando intrusión salina lo cual degrada la calidad del agua. Se han propuesto diversas estrategias para el uso de aguas salinas, con el fin de no seguir contaminando tierras debido a la acumulación de sales, la hidroponía se ha convertido en un sistema rentable en el cual se puede tener un mayor control sobre las condiciones del agua. La clorofila a es el único pigmento responsable de la transformación de la energía luminosa en energía química. En las plantas superiores, se sabe que la clorofila a está siempre asociada a una cantidad menor de clorofila b (Abbeyes *et al.*, 1989). Las investigaciones sobre el efecto que provoca la salinidad en la concentración de pigmentos son abundantes y coincidentes, además tienden a revelar que tales afectaciones son fundamentalmente debidas a la destrucción de los cloroplastos y a un aumento de la actividad de la enzima clorofilasa, afectando la síntesis de clorofilas (Spyropoulos y Maurommatis, 1998). La mayoría de las plantas cultivadas comerciales no son tolerantes a la salinidad, por lo que es esencial que diferentes especies de plantas comerciales se adapten a la salinidad integrando así el uso eficiente del agua salobre en el proceso de producción, por lo que el sujeto de estudio para el trabajo fue el epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) una hierba aromática perteneciente al género *Chenopodium*.

2. Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR). Se utilizó un ecotipo de epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) el cual se adquirió en una empresa local que expende semillas y otros productos agrícolas. Las semillas de epazote se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades. El trasplante se realizó cuando las plántulas presentaron una altura promedio de 5 cm, mismas que se colocaron en macetas del número 5 con capacidad aproximada de 20 g que contendrán sustrato comercial (vermiculita). Las macetas se colocaron en una placa de poliestireno de alta densidad, Se colocaron 15 macetas por placa. Posteriormente, la placa se introdujo dentro de cajas de plástico cerradas. La caja de plástico se aforó con 25 L de agua sin sales misma que se obtuvo de la planta desalinizadora ubicada en el campo experimental del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. A las cajas se les adicionó solución nutritiva preparada de acuerdo a Samperio (1997). Los tratamientos salinos a base de cloruro de sodio (NaCl) se aplicaron una vez que las plantas se adaptaron al sistema hidropónico, con el fin de evitar un shock osmótico en las plántulas, acorde con la metodología propuesta por Murillo *et al.* (2007) lo cual se verificó al observar las primeras raíces que emergieron de la parte inferior de la maceta. La aplicación de los

tratamientos salinos se realizó después de 27 días de adaptación al sistema hidropónico. Se añadieron cada 48 h en concentraciones de 25 mM hasta completar los tratamientos requeridos. Una vez completo el último tratamiento se procedió a realizar el cambio de agua del sistema hidropónico, añadiendo nuevamente los tratamientos salinos completos. El pH de la solución hidropónica se mantuvo en un valor de 5.5 a 6.5 y se ajustó adicionando hidróxido de potasio (KOH) o ácido sulfúrico (H₂SO₄) según se requiriera.

Para la determinación de clorofila a, b y total, se utilizó una hoja de una planta por repetición, planta que se etiquetó para su identificación desde el inicio del experimento, haciendo en total de cinco mediciones, una por semana mientras la planta se mantuvo sometida al estrés. Antes de la extracción, las muestras de hojas frescas se lavaron con agua destilada para remover cualquier contaminación de la superficie de las mismas. La extracción de clorofila se realizó en hojas completamente expandidas, utilizando 1 g de material fresco, que se agregó en una solución con acetona al 80% en tubos de ensayo por 72 horas. La absorbancia se midió con un espectrofotómetro con UV/Visible (Pye Unicam SP6-550®, UK) y las concentraciones de clorofila se calcularán usando la ecuación propuesta por Strain y Svec (1966).

$$\text{Chl a (mg mL}^{-1}\text{)}=11,64 \times (\text{A}663)-2,16 \times (\text{A}645)$$

$$\text{Chl b (mg mL}^{-1}\text{)}=20,97 \times (\text{A}645)-3,94 \times (\text{A}663)$$

(A663) y (A645) representan los valores de la absorbancia leídos a 663 y 645 nm de longitud de onda, respectivamente.

El experimento se estableció en un diseño completamente al azar con cinco tratamientos salinos con diferentes concentraciones de cloruro de sodio (0, 50, 100, 150 y 200 mM de NaCl) con cuatro repeticiones por tratamiento. Cada repetición consistió de 15 plantas. Se realizaron análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey HSD $p=0.05$). Las bases de datos de las variables medidas y los análisis de varianza se elaboraron en el programa Excel® para Windows®. Las comparaciones de medias se realizaron en el programa Diseños Experimentales FAUANL (Olivares, 2015).

3. Resultados y discusión

Los valores de clorofila “a” arrojaron diferencias significativas en el análisis de varianza solo para la cuarta lectura ($F_{4,15}=3.33$; $p \leq 0.03$) mientras que la clorofila “b” presentó diferencias significativas en el análisis de varianza en la tercera ($F_{4,15}=9.57$; $p \leq 0.0004$), cuarta ($F_{4,15}=13.92$; $p \leq 0.00006$) y quinta lectura ($F_{4,15}=3.42$; $p \leq 0.03$). El valor más alto de clorofila “a” en la cuarta lectura fue el tratamiento de 150 mM, y la menor concentración corresponde al tratamiento de 50 mM (Figura 1B). Para la clorofila “b” la tercera lectura presentó el mayor contenido en el tratamiento de 50 mM (Figura 1A), en la cuarta y la quinta lectura se presentó en el tratamiento de 150 mM (Figura 1B y 1C). El aumento de la salinidad causa una reducción en el contenido de

clorofila (Sheng *et al.*, 2007). La respuesta a la salinidad con respecto a los niveles del pigmento es variable, y depende del tipo de cultivo. Por ejemplo Jamil y Rha (2013) han reportado en tomate, rabanito, arroz y arveja que el contenido de clorofila disminuye a medida que aumenta la concentración de sal en el medio, pero aumenta en mijo perla, mostaza, remolacha azucarera y repollo, estos cambios pueden estar relacionados a los procesos de adaptación a la salinidad del medio. Sin embargo los datos obtenidos se pueden comparar con lo descrito por Madueño, García, Martínez, Bugarín y Bojórquez (2011) donde el contenido de clorofila a y b, son mayores cuando la concentración de NaCl fue de 25 y 50 mM, y menor con 100 mM en frijolillo, lo que sugiere que la capacidad fotosintética foliar fue favorecida en esta especie con una salinidad moderada. Este comportamiento manifestó que la actividad fotosintética de esta especie se estimula con la presencia de NaCl en cantidades bajas (25 mM).

Lo que podría considerarse en epazote como una respuesta positiva a la salinidad ya que el contenido de los pigmentos no se ve afectado por la presencia de NaCl. Esto también coincide con Wang y Nil (2000) quienes informaron que el contenido de clorofila aumenta en condiciones de salinidad en *Amaranthus*.

4. Conclusiones

La clorofila a y b presentaron mayor contenido ante dosis elevadas de salinidad (100, 150 y 200) en las últimas mediciones, a pesar de que algunos valores no marcan diferencias significativas podemos observar gráficamente que las concentraciones salinas no afectaron la

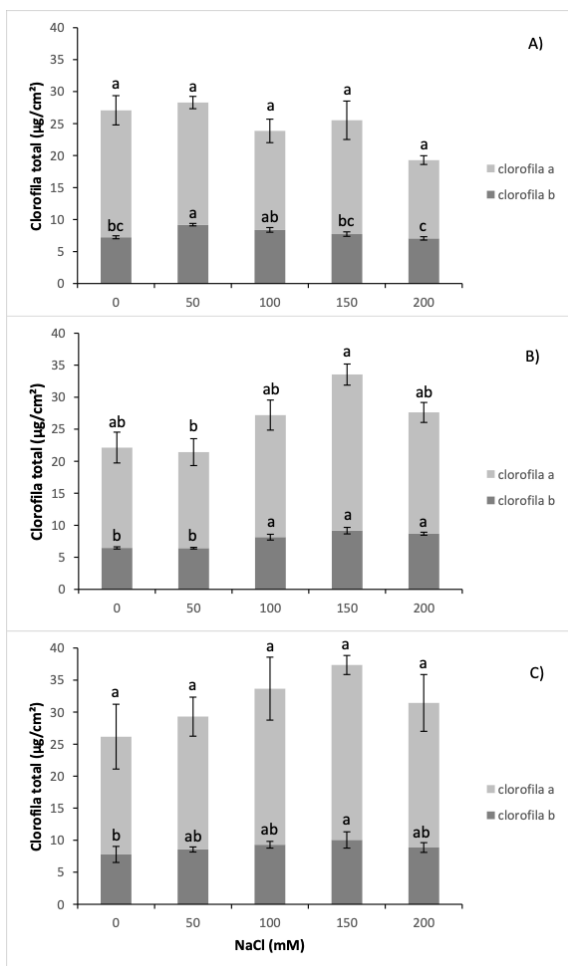


Figura 1. Contenido clorofila en plantas de epazote sometidas a diferentes concentraciones de NaCl. A) tercera lectura; B) cuarta lectura y C) quinta lectura. Barras con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey HSD $p=0.05$). Los valores de las barras corresponden al promedio \pm el error estándar ($n=4$)

síntesis de los pigmentos. Ante este estudio sería conveniente realizar otras metodologías para evidenciar los mecanismos específicos de tolerancia y como acentuaron esta variable.

Referencias

1. Abbayes, H., Ferré, Y., Chadefaud, M., Gaussen, H., Feldmann, J. y Grassé P. 1989. Botánica vegetales inferiores. Editorial Reverté, S. A. España. 129 p.
2. Barkla, B., Vera, R., Balderas, E. y Pantoja, O. 2014. Mecanismos de tolerancia a la salinidad en plantas. Biotecnología V14 CS3. 263 p.
3. Jamil, M. and Rha, E. S. 2013. NaCl stress-induced reduction in growth, photosynthesis and protein in mustard. Journal of Agricultural Science. 5(9):114 – 127.
4. Madueño, A, García, J. D., Martínez, J., Bugarín, R. y Bojórquez, J. I. 2011. Salinidad inducida con NaCl y aplicación de fósforo sobre las propiedades bioquímicas de frijolillo (*Rhynchosia minima* L (DC). Universidad y ciencia. 27(1): 43-51.
5. Murillo, B., Yamada, S., Yamaguchi, T., Rueda, E., Ávila, N., García, J. L., López, R., Troyo, E. and Nieto, A. 2007. Influence of calcium silicate on growth, physiological parameters and mineral nutrition in two legume species under salt stress. Journal Agronomy Crop Science. 193:413-42 .
6. Olivares, S.E. 2015. Paquete de diseños experimentales. Versión 1.6. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. General Escobedo, Nuevo León, México.
7. Parida, A. K. and Das, A. B. 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety. 60(3): 324-49.
8. Samperio, R. G. 1997. Hidroponía básica. Editorial Diana. México, D.F.
9. Sheng, M., Tang, M., Chan, H., Yang, B. Zhang, F y Huang, Y. 2008. Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. Mycorrhiza. 18 (6-7): 287-296.
10. Spyropoulos, C. G. and Maurommatis, M. 1998. Effect of water stress on pigment formation in Quercus species. J. Experimental Botany. 29: 273-477.
11. Strain, H. H. and Svec, W. A. 1966. Extraction, separation, estimation, and isolation of the chlorophylls. In: Vernon, L. P. and Seely, G. R. (Eds.): The Chlorophylls, 21-66. Academic Press, London.
12. Wang, Y. and Nil, N. 2000. Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in Amaranthus tricolor leaves during salt stress. J. Hort. Sci. Biotechnol. 75: 623–627.

Requerimiento De Riego En Cultivos Frutícolas Bajo Riego Por Goteo En Regiones Semidesérticas Del Estado De Sonora

Valdez Gascón, Benjamín¹, Ortiz Muñoz, Martín E.², Ortiz Enríquez, José E.¹, Vieira De Figueiredo, Fernando¹, Pérez Luna, Adriana I.¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Pascual Ensinas Felix No. 21, Col. La Manga C.P. 83220. Hermosillo, Sonora. bvaldezg@hotmail.com

²Fundación Pro Investigación Agrícola del Estado de Sonora. FIAES.

Resumen

En las regiones semidesérticas del estado de Sonora, el manejo de riego por goteo es fundamental para alcanzar alta rentabilidad por m³ de agua utilizado, tal es el caso de los cultivos frutícolas como vid de mesa, nogal y cítricos donde se alcanzan tasas de rentabilidad promedio por encima de los \$14.0 pesos por cada m³ de agua utilizado. Esta condición solamente es posible al emplearse técnicas eficientes en la programación del “cuanto” y “cuando” regar en cada especie frutal, atendándose su demanda evapotranspirativa real y las características hidráulicas del sistema de riego. En este trabajo se plantea una metodología para el cálculo del “cuanto” regar, usando datos climatológicos registrados en estaciones agro-climatológicas automatizadas y valores de coeficiente de cultivo (Kc), obtenidos experimentalmente en la zona de la Costa de Hermosillo, los cuales pueden ser extrapolados a las regiones semidesérticas del estado de Sonora.

Palabras Clave: riego por goteo, frutales, cuanto regar.

Abstract

In the semi-desert regions state of Sonora, the management of drip irrigation is fundamental for achieving high rentability per m³ of water used; such is the case of the fruit crops such as table grapes, pecans and citrus where average rentability rates are reached above \$14.0 pesos per m³ of water used. This condition is only possible when used in efficient techniques in the programming of the "how much" and "when" water in each fruit species, met their demand real evapotranspiration and hydraulic characteristics of the irrigation system. This work proposes a methodology for the calculation of the "how much" water, using weather data recorded in automated weather stations agro and values of crop coefficient (Kc), obtained experimentally in the area of Costa de Hermosillo, which can be extrapolated to semi-desert regions state of Sonora.

Key words: drip irrigation, fruit trees, how much to irrigate.

1. Introducción

En las regiones semidesérticas del estado de Sonora, la agricultura prevalece aún bajo condiciones de baja disponibilidad de agua y climas extremos, como es el caso de la producción de frutales como nogal, cítricos y vid de mesa que ocupan una superficie de alrededor de 40,800 ha, con un valor de la producción anual de 8,125 millones de pesos (SAGARPHA, 2017). En estos frutales se emplean para la aplicación del agua, principalmente sistemas de riego por goteo lográndose alta rentabilidad por m³ de agua utilizada (Cuadro 1).

El manejo y aplicación del agua de riego en los sistemas por goteo, se realiza en muchos casos en forma empírica con experiencias locales y foráneas no resultando siempre las más adecuadas para la entrega eficiente del agua, empleándose volúmenes superiores hasta un 30% a los requeridos por el cultivo. Son conocidas metodologías para el cálculo directo e indirecto de las demandas de agua de los cultivos como las citadas por James (1988), de uso mundial; sin embargo, la integración de las demandas calculadas hasta la definición de programas de riego en forma sencilla y aplicable en el manejo diario de estos sistemas no es común.

El éxito en el manejo de los sistemas de riego por goteo en estos cultivos se debe en gran parte a la elaboración de un buen programa de riego, donde se considera el cuanto y cuando regar. Una forma indirecta para determinar el cuanto regar es conociéndose los efectos del clima a través del uso de estaciones agro-climatológicas automatizadas (Vieira *et al.*, 2013), actualmente existen en el estado de Sonora y otras regiones del país, redes de monitoreo que se usan de manera gratuita para el conocimiento de variables climáticas, donde es posible obtener la evapotranspiración de referencia (ET_o), clave en la determinación de la demanda de agua de los cultivos. En la decisión del cuando regar, se apoya con el uso de dispositivos de medición de la humedad del suelo como los sensores de resistencia eléctrica u otros dispositivos existentes en el mercado.

El objetivo de este trabajo es mostrar una metodología para el cálculo del cuánto regar los frutales bajo riego por goteo en regiones semidesérticas del estado de Sonora.

Cuadro 1. Rentabilidad de cultivos bajo riego por goteo en regiones agrícolas del Estado de Sonora. INIFAP 2013

Cultivo	Rendimiento kg/ha	Volumen Mm ³ /ha	Rentabilidad \$/m ³
Hortalizas	2,000 cajas	4.5	24
Vid de mesa	2,500 cajas	12.0	21
Nogal	2,500	15.0	15
Cítricos	35,000	12.0	8
Garbanzo	2,500	4.5	6
Trigo	7,000	6.5	1

2. Materiales y métodos

Para conocer “cuanto regar” o tiempo de riego (T_r), que debe permanecer operando el sistema de riego por goteo y poder proporcionar la demanda de agua del cultivo, se puede utilizar la fórmula siguiente:

$$T_r = E_{Tc}/L_r \quad (\text{Fórmula 1})$$

Donde:

T_r = Tiempo de riego requerido para suplir la demanda del cultivo, en horas (hr) por día, o semana

E_{Tc} = Evapotranspiración del cultivo o demanda de agua del cultivo en mm, su determinación se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$E_{Tc} = K_c \times E_{To} \quad (\text{Fórmula 2})$$

Donde:

E_{Tc} = Evapotranspiración del cultivo (mm)

K_c = Coeficiente de cultivo (adimensional)

E_{To} = Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm)

Los coeficientes de cultivo (K_c) relacionan la evapotranspiración del cultivo a la evapotranspiración del cultivo de referencia, estos fueron determinados experimentalmente en cada región, para cada cultivo y para las diferentes etapas de desarrollo. Para los frutales de nogal, naranja y vid de mesa, el Campo Experimental Costa de Hermosillo dependiente de INIFAP, realizó investigaciones (Valdez *et al.*, 2008; 2009; 2011) generando los valores mostrados en el Cuadro 2, los cuales fueron validados y adoptados en regiones productoras del estado de Sonora como: Caborca, Costa de Hermosillo, Guaymas y Valle del Yaquí.

La evapotranspiración de referencia (E_{To}), es conocida a través de estaciones agroclimatológicas automatizadas (Vieira *et al.*, 2013), que miden los efectos de variables climáticas y su relación con el cultivo. Actualmente existen en el estado de Sonora y otras regiones del país, redes de monitoreo que pueden consultarse de manera gratuita arrojando valores de E_{To} como los ilustrados en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Coeficientes de cultivo (Kc), en frutales de la Costa de Hermosillo

Mes	Coeficiente de cultivo (Kc)						
	Nogal Adulto	Nogal desarrollo	Naranja Valencia	Naranja Marrs	Vid Sugraone	Vid Perlette	Vid Flame
ENERO	0.1	0.1	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1
FEBRERO	0.1	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3
MARZO	0.4	0.2	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7
ABRIL	0.5	0.3	0.5	0.5	0.9	0.9	1.0
MAYO	0.7	0.5	0.5	0.6	0.9	0.9	0.9
JUNIO	0.9	0.7	0.5	0.6	0.9	0.6	0.7
JULIO	1.2	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5
AGOSTO	1.2	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.4
SEPTIEMBRE	1.2	0.7	0.7	0.8	0.4	0.4	0.4
OCTUBRE	0.7	0.4	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3
NOVIEMBRE	0.2	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
DICIEMBRE	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Cuadro 3. Evapotranspiración de referencia (ETo) en mm/día, promedio de cinco años registradas en estaciones agro climatológicas automatizadas distribuidas en la Costa de Hermosillo

Campo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Perico 1	2.8	3.8	5.3	6.5	7.3	7.3	6.8	6.4	5.8	5.0	3.7	3.0
Perseverancia	2.9	4.1	5.7	6.7	7.5	7.6	6.5	6.0	5.8	5.1	3.8	3.0
CECH	2.9	3.8	5.3	6.3	7.3	7.5	6.6	5.9	5.7	4.9	3.7	2.9
El Chalate	2.9	3.9	5.4	6.5	7.4	7.5	6.6	6.1	5.8	5.0	3.7	3.0
Sta Ines	2.9	3.9	5.4	6.4	7.3	7.5	6.6	6.0	5.7	5.0	3.7	2.9
ETo prom.	2.9	3.9	5.4	6.5	7.4	7.5	6.6	6.1	5.8	5.0	3.7	3.0

Lr = Lámina de riego del sistema de goteo, en mm/hr, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$Lr = (Vp/Ai) \times 1000 \quad (\text{Fórmula 3})$$

Donde:

Vp = Volumen precipitado por el emisor o emisores en m³/hr

Ai = Área de influencia en m²

El volumen precipitado (Vp) de los emisores, es conocido por la ecuación:

$$Vp = (Qe \times NEP)/1000 \quad (\text{Fórmula 4})$$

Donde:

Q_e = Gasto del emisor litros por hora (l/h)

NEP = Numero de emisores por planta

El área de influencia (A_i) , es la referida a la superficie dominada por un árbol o planta dentro de su marco de plantación y está dada:

$$A_i = S_a \times S_h \quad (\text{Fórmula 5})$$

Donde:

S_a = separación entre árboles en m

S_h = separación entre hileras en m

Cuadro 4. Cálculo de la lámina de riego en frutales bajo riego por goteo

Generalidades del sistema	Frutal		
	Nogal	Naranja	Vid de mesa
Gasto del emisor (l/h)	2.3	2.3	2.3
Separación entre emisores (m)	0.50	0.50	0.50
Número de mangueras x planta	4	2	1
Número de emisores x planta	48	16	2
Separación entre plantas (m)	6	4	1
Separación entre hileras de plantas (m)	12	8	4
Volumen precipitado (V_p) en m^3/hr , usando fórmula 4	0.1104	0.0368	0.0046
Área de influencia (A_i) en m^2 , usando fórmula 5	72	32	4
Lamina de riego (L_r) en mm/hr , usando fórmula 3	1.5	1.2	1.2

En el riego de los cultivos con sistemas de goteo y aguas con ligera restricción de uso (CE entre 0.7-3 dS/m), como las predominantes en la Costa de Hermosillo, con el fin de evitar acumulación de sales en la zona del bulbo de mojado, es recomendable aplicar láminas de sobre riego que van desde un 10 a un 20%.

3. Resultados y discusión

Empleándose la Fórmula 2, se calculó la evapotranspiración del cultivo (ET_c), para los frutales más importantes de las regiones productoras del estado de Sonora, manejando los valores de K_c del Cuadro 2, así como los valores promedio de ET_o del Cuadro 3, resultando en los valores presentados a continuación.

Cuadro 5. Evapotranspiración del cultivo (ETc) para frutales en la Costa de Hermosillo

Mes	Evapotranspiración (ETc) en mm/día						
	Nogal Adulto	Nogal desarrollo	Naranja Valencia	Naranja Marrs	Vid Sugraone	Vid Perlette	Vid Flame
ENERO	0.3	0.3	0.9	0.9	0.3	0.3	0.3
FEBRERO	0.4	0.4	1.2	1.2	0.4	1.2	1.2
MARZO	2.2	1.1	2.7	2.7	3.2	3.8	3.8
ABRIL	3.3	2.0	3.3	3.3	5.9	5.9	6.5
MAYO	5.2	3.7	3.7	4.4	6.7	6.7	6.7
JUNIO	6.8	5.3	3.8	4.5	6.8	4.5	5.3
JULIO	7.9	5.3	4.6	4.0	4.0	4.0	3.3
AGOSTO	7.3	4.9	4.3	4.3	3.1	3.1	2.4
SEPTIEMBRE	7.0	4.1	4.1	4.6	2.3	2.3	2.3
OCTUBRE	3.5	2.0	2.0	2.5	1.5	1.5	1.5
NOVIEMBRE	0.7	0.4	1.1	1.1	0.7	0.7	0.7
DICIEMBRE	0.6	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

Los tiempos de riego (I_r) resultantes para la operación de los sistemas de riego por goteo en cada frutal estarán dados por el manejo de la Fórmula 1, los cuales son presentados en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Tiempos de riego para manejo en sistemas de riego por goteo en frutales del estado de Sonora

Mes	Tiempo de riego en hr/día						
	Nogal Adulto	Nogal desarrollo	Naranja Valencia	Naranja Marrs	Vid Sugraone	Vid Perlette	Vid Flame
ENERO	0.2	0.2	0.8	0.8	0.3	0.3	0.3
FEBRERO	0.3	0.3	1.0	1.0	0.3	1.0	1.0
MARZO	1.5	0.7	2.3	2.3	2.7	3.2	3.2
ABRIL	2.2	1.3	2.8	2.8	4.9	4.9	5.4
MAYO	3.5	2.5	3.1	3.7	5.6	5.6	5.6
JUNIO	4.5	3.5	3.2	3.8	5.7	3.8	4.4
JULIO	5.3	3.5	3.8	3.3	3.3	3.3	2.8
AGOSTO	4.9	3.3	3.6	3.6	2.6	2.6	2.0
SEPTIEMBRE	4.7	2.7	3.4	3.8	1.9	1.9	1.9
OCTUBRE	2.3	1.3	1.7	2.1	1.3	1.3	1.3
NOVIEMBRE	0.5	0.3	0.9	0.9	0.6	0.6	0.6
DICIEMBRE	0.4	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Los mayores tiempos de riego en nogal tanto adulto como en desarrollo, se presentan de junio a agosto, período en el cual la fruta se encuentra en sus etapas de inicio de estado acuoso hasta el inicio de la maduración. En el caso de la naranja desde mayo se inicia el mayor tiempo de riego y se extiende hasta septiembre presentándose en este período, el mayor crecimiento de fruta que define su tamaño final y calidad de la misma. La vid de mesa tiene sus mayores requerimientos de riego, a partir del mes de marzo extendiéndose hasta el mes de junio dependiendo de la variedad. En los meses de noviembre a febrero, generalmente las necesidades de riego en los frutales disminuyen, sugiriéndose acumular los riegos cada semana en lugar de riegos diarios.

Bajo esta metodología de riego, los volúmenes anuales aplicados resultan ser para nogal adulto 13.6 Mm³, nogal en desarrollo 9.2 Mm³, naranja 'Valencia' 9.7 Mm³, naranja 'Marrs' 10.5 Mm³; vid mesa de 10.0 a 10.4 Mm³.

4. Conclusiones

Con el uso de la metodología descrita los ahorros de agua comparado con el manejo tradicional oscilan del 19 al 24%, pudiendo alcanzar hasta un 30%.

Los tiempos de riego en el manejo de sistemas de riego por goteo, deben calcularse siguiendo una metodología como la propuesta, que contemple las demandas evapotranspirativas del cultivo y las características hidráulicas del sistema de riego, en lugar del sentir empírico del técnico o productor.

Referencias

1. James, L.G. 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. Wiley International Editions. New York, USA. Pp. 10-36.
2. INIFAP, 2013. Transferencia de tecnología en el uso eficiente del agua utilizada en la agricultura en la Costa de Hermosillo, Sonora con apoyo de información de las estaciones meteorológicas automatizadas. Informe Inédito. CECH-CIRNO-SAGARPA. 85 p.
3. SAGARHPA. 2017. Volumen exportado por las aduanas de Sonora. Subsector Agrícola del Gobierno del Estado de Sonora. Oiap.es.sagarhpa.sonora.gob.mx
4. Valdez, G.B., Payan, O.S., Durón, N.L.J. y Ortiz, E.J.E. 2008. Aplicación del riego restringido con micro aspersión en dos variedades de naranja en la Costa de Hermosillo. Memoria del XI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. pp. 279-282. B.C., México.
5. Valdez, G.B., J. E. Ortiz., S. P. Ochoa., N.U.B. Valdez, L.J.N. Durón y R.L. Sesma. 2009. Transferencia de Programas de Riego y Monitoreo de la humedad del Suelo en Uva de Mesa (*Vitis vinifera*) en la Costa de Hermosillo, Sonora, México. 1er. Congreso Internacional de Agricultura Ecológica. Cd. Obregón, Sonora, México. P 585-591.
6. Valdez, G.B., Durón, N.L.J., Vieira de Figueiredo F., Sesma L.R. y Ortiz, E.J.E. 2011. Avances en la transferencia de tecnología de riego en huertas de nogal de la Costa de Hermosillo. XII simposio Internacional de Nogal Pecanero. INIFAP-CIRNO-CECH. Memoria Científica No.2. pp.71-74. Sonora. México.
7. Vieira, F.F., G.B.Valdez, J.E.Ortiz y R.B. Zarate. 2013. Estimación de la demanda de agua en huertas de nogal con apoyo de las estaciones agro meteorológicas automatizadas en la costa de Hermosillo. XVI Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C. México. p-650-654.

Área temática: Biotecnología

Análisis Físico-Químico De Barra Alimenticia A Base De Semillas Y Nueces

Armenta Gálvez Jesús Manuel¹, Toscano Palomar Lydia¹, Gómez Puentes Francisco Javier¹, García Gómez Gilberto², Iracema Guadalupe Valenzuela Espinoza¹, Blancas Wong Luis³

¹Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Mexicali

²Departamento de Posgrado, Instituto Tecnológico de Mexicali

³Empresa Bimbo de Mexicali, Grupo Bimbo, S.A.B. de C.V. a15490294@itmexicali.edu.mx

Resumen

Barras de cereal comerciales tienen una baja calidad nutricional en proteína y grasas. Bocadillos o aperitivos entre comidas son comúnmente considerados nutricionalmente pobres con alto contenido en sodio, grasa y azúcar. También una descompensación calórica puede contribuir a sobrepeso y obesidad. Una barra energética a base de semillas y nueces sin sodio y sin componentes de origen animal fue analizada para la determinación de su calidad y composición físico – química para su posterior uso comercial. También se determinó el tiempo de vida útil de la barra determinando el grado de rancidez con respecto al tiempo de permanencia. Los resultados de este estudio muestran un bajo contenido en sales (3.6% p/p), contenido proteico de 10.68% y una vida útil, en función a la oxidación de las grasas, de 30 días para un rango de temperaturas de 10 a 30°C. Finalmente se determinó el contenido de ácidos grasos presentes en el aceite extraído de la barra, producto de la mezcla de las nueces y semillas utilizadas en la formulación con un contenido de 81% de ácidos grasos insaturados. Pruebas sensoriales realizadas por evaluadores capacitados mostraron la buena aceptación del producto.

Palabras Clave: Nutritivo, vida útil, rancidez.

Abstract

Commercial cereal bars have a low nutritional quality in protein and fats. Also a caloric decompensation can contribute to overweight and obesity. Snacks between meals are commonly *considered* nutritionally poor with high sodium, fat and sugar content. An energy bar based on seeds and nuts without sodium and without components of animal origin was analyzed for the determination of its quality and physical - chemical composition for its later commercial use. It was also determined the useful life of the bar by determining the degree of rancidity with respect to the time of permanence. The results of this study show a low content of salts (3.6% w / w), a protein content of 10.68% and a shelf life, depending on the oxidation of fats, of 30 days for a temperature range between 10 - 30 ° C. Finally, the composition of fatty acids in the extracted oil was determined (81% of unsaturated fatty acids). Sensory tests performed by trained evaluators showed the good acceptance of the product.

Key words: Nutritious, useful life, rancidity.

1. Introducción

Las barras energéticas pueden ser altamente nutritivas debido a que son una buena fuente de energía, ricas en fibra, proteína, vitaminas, antioxidantes, etc. Se preparan usando múltiples ingredientes como cereales, frutas, nueces, pasas, azúcar, etc (Tanskanen *et al.*, 2012). Son generalmente fortificadas usando una amplia variedad de proteínas como la soya o el trigo; fibras que incluyen salvado, avena, cebada; vitaminas, minerales, especies y otros nutrientes o ingredientes energéticos Nadeem, Anjum, Murtaza y Mueen-ud-Din, 2012. El correcto análisis de los parámetros físico-químicos en alimentos es uno de los aspectos principales para cuidar la calidad de producto alimenticio. Es de vital importancia para la determinación del valor nutricional de los alimentos, en el control del cumplimiento de los parámetros exigidos por los organismos de salud como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) así como en el estudio de las posibles irregularidades como adulteraciones, falsificaciones. Zumbado, 2005). Interacciones físicas y químicas entre los ingredientes de la barra pueden ocurrir con el tiempo y afectar el sabor y la textura del producto (Jakubczyk, Marzec y Lewicki, 2008).

2. Materiales y métodos

El material en estudio es una barra alimenticia tipo agregado de semillas y nueces. Las muestras se recibieron en mayo del 2018. Se separaron en porciones de acuerdo con las pruebas programadas a realizar. El análisis físico-químico se realizó en base a las metodologías estándares, Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995). Determinaciones de humedad (AOAC 934.01), cenizas (AOAC 923.03), proteína (Rossi, Juarez y Sammán, 2004), grasas totales (AOAC 948.22), carbohidratos (López-Legard, Taramuel-Gallardo, Arboleda-Echavarría, Segura-Sánchez y Restrepo-Betancur, 2017), fibra cruda (AOAC 978.10), prueba de color (Cornejo, Chuchuca, Dick y Peñafiel, 2012) , **índice** de peróxido (NMX-K-402-197), contenido energético (Wait, Atwater y Woods, 1896) y composición de ácidos grasos (Gong y Jiang, 2011).

3. Resultados y discusión

En la Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos del análisis proximal y se observa un contenido proteico de 10.68% lo cual es el doble del reportado para barras de cereal comerciales (Olivera *et al.*, 2012). El alto contenido proteico es debido al contenido de semillas presentes (chía, calabaza, ajonjolí y linaza). El alto contenido de lípidos (47%) observado se debe a la mezcla de nueces agregadas en la formulación (almendras, nuez de la india, nuez pecana, pistache, nuez de castilla). De todos los sólidos nutrientes en barra de cereales predominan el contenido de lípidos (ÖÇ Açar *et al.*, 2009). El contenido de humedad en general es bajo; los valores fueron por debajo del 4% y por ello es poco probable que ocurra algún efecto negativo en la calidad del producto. El contenido de fibra cruda en la barra se encuentra dentro del rango

recomendado de no mayor de 5 gr de fibra por 100 gr en base seca (FAO/WHO).

La composición de los ácidos grasos es información importante para considerar la estabilidad del aceite. Ácidos grasos insaturados tales como ac. Oleico (C18:1), linoleico – (C18:2) y linolenico (C18:3) son blancos fáciles para la oxidación (Frank, Geil y Freaso, 1982).

La Figura 1A muestra el contenido de los ácidos grasos responsables de la oxidación del aceite en la barra energética la cual se relaciona con la Figura 1B. En esta última se observa el incremento del grado de oxidación en la barra determinado por el índice de peróxido.

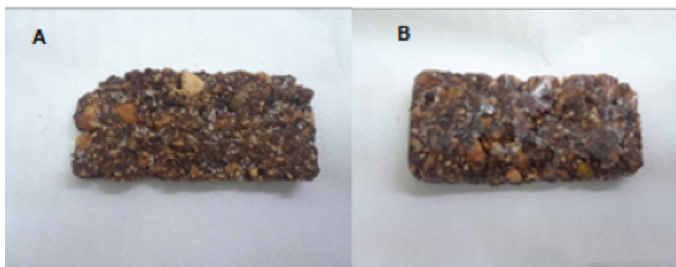


Figura 1. (A)Recepción de la barra energética. (B)Barra energética después de 15 días.

Cuadro 1. Composición proximal de la barra energética

Humedad (%)	Cenizas (%)	Grasa total (%)	Fibra cruda (%)	Proteína (%)	Carbohidratos (%)	Energía (kcal/100gr)
3.48±0.0642	3.58±0.7375	46.96±3.7	4.38±0.41	10.6811	28.8±0.451	580.56

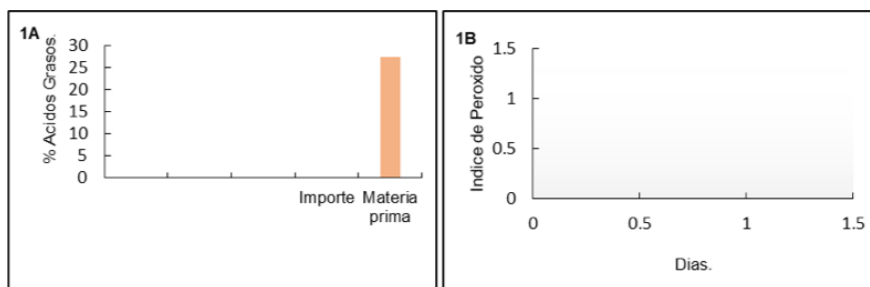


Figura 2. (A) Composición de ácidos grasos. (B) Velocidad oxidativa de ácidos grasos

El contenido de ácidos grasos expresados como metil ésteres en la Figura 2(A). El contenido de ácidos grasos saturados fue de 19% y de poliinsaturados 81%. La presencia del ácido palmítico es debido al componente de coco molido agregado a la formulación de la barra energética.

Los resultados de la prueba de color muestran una tendencia del producto hacia el cuadrante de mezcla de colores amarillo – blanco – rojo en rosa cromática 3D.

En la Figura 3 se observa que no existe un cambio significativo en apariencia del producto al estar 15 días a temperaturas de 10 a 30°C.

4. Conclusiones

El análisis proximal y la apariencia del agregado de semillas y nueces en el producto estudiado ofrecen una alternativa de alimento saludable para diversificar la pobre oferta de barras energéticas en el mercado (Olivera Carrión, Giacomino, Pellegrino y Sambucetti, 2009) debido a su alto contenido proteico 10.68% y perfil de ácidos grasos favorable. El producto demostró características de aglutinación y estabilidad favorables en el proceso de elaboración, distribución y venta. La distribución energética de los nutrientes fue equilibrada y su evaluación de apariencia arrojó productos estables durante 15 días.

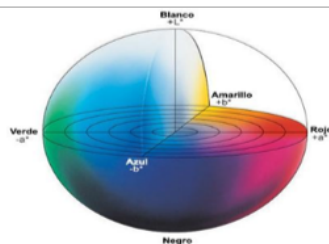


Figura 3. (A) Lectura de coordenadas en equipo Konica-Minolta. (B) Rosa Cromática 3 D para localización de coordenadas

Referencias

- 1.(AOAC), (1995). *Official Methods of Analysis*, 16th ed. Arlington, VA.
- 2.FAO/WHO. 1994. *Codex Alimentarius: foods for special dietary uses (including foods for infants and children)*. 2nd edition. FAO.
- 3.Gong, Y., & Jiang, M. (2011). Biodiesel production with microalgae as feedstock: from strains to biodiesel. *Biotechnology letters*, 33(7), 1269-1284.
- 4.Jakubczyk, E., Marzec, A., & Lewicki, P. P. (2008). Relationship between water activity of crisp bread and its mechanical properties and structure. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 58(1).
- 5.López-Legarda, X., Taramuel-Gallardo, A., Arboleda-Echavarría, C., Segura-Sánchez, F., & Restrepo-Betancur, L. F. (2017). Comparación de métodos que utilizan ácido sulfúrico para la determinación de azúcares totales. *Revista Cubana de Química*, 29(2), 180-198.
- 6.Nadeem, M., Muhammad Anjum, F, Murtaza, M. A, & Mueen-ud-Din, G. (2012). Development, characterization, and optimization of protein level in date bars using response surface methodology. *The Scientific World Journal*.
- 7.NMX-F-428-1982. Alimentos. Determinación de humedad (método rápido de la termobalanza).
- 8.NMX-K-402-1973. Determinación de índice de peróxido en aceites esenciales.
- 9.Olivera, M., Ferreyra, V., Giacomino, S., Curia, A., Pellegrino, N., Fournier, M., & Apro, N. (2012). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. *Revista chilena de nutrición*, 39(3), 18-25.
- 10.Olivera Carrión M.; Giacomino S.M.; Pellegrino N.; Sambucetti M.E. Composición y Perfil Nutricional de Barras de Cereales Comerciales. *Actualización Nutr* 2009; 10(4): 275-84.
- 11.Rome. Frank, J., Geil, J. V., & Freaso, R. (1982). Automatic determination of oxidation stability of oil and fatty products [Food quality control, vegetable and animal fats]. *Food Technology*.
- 12.Rossi, A.M, Villarreal, M, Juárez, M.D., & Samán, N.C. (2004). Nitrogen contents in food: A comparison between the Kjeldahl and Hach methods. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, Vol. 92 - N° 4/6, 99-108.).

13. Tanskanen, M. M., Westerterp, K. R., Uusitalo, A. L., Atalay, M., Häkkinen, K., Kinnunen, H. O., & Kyröläinen, H. (2012). Effects of easy-to-use protein-rich energy bar on energy balance, physical activity and performance during 8 days of sustained physic. *PloS one*, 7(10), e47771.
14. Wait, C. E., Atwater, W. O., & Woods, C. D. (1896). Dietary Studies at the University of Tennessee in 1895. *Bulletin* (United States. Office of Experiment Stations); no. 29.
15. ZUMBADO, H. (2005). *Análisis químicos de los alimentos, métodos clásicos*. Universidad de la Habana: Instituto de Farmacia y Alimentos.

Efecto Bioinsecticida De *Bacillus Thuringiensis* Berliner (Eubacteriales: Bacillaceae) Sobre *Diatraea Saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae)

Costa Becheleni Francylli Regina^{1,3}, Hercos Valicente Fernando², Borboa Flores Jesús³, Wong Corral Francisco Javier³

¹Facultad de Ciencias de la Vida, Avenida Prefeito Alberto Moura, C.P. 12632, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. francylliregina@yahoo.com.br francyllibechelini@outlook.com

²Embrapa Maíz y Sorgo, Rodovia MG 424 Km 45, Zona Rural, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil

³ Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales s/n, col. Centro. C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México

Resumen

Diatraea saccharalis es una de las principales plagas del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en México, causando grandes pérdidas económicas. Para el control se han empleado entomopatógenos como la bacteria *Bacillus thuringiensis* que presenta toxicidad a diversos insectos de interés agrícola produciendo δ -endotoxinas. Con el fin de evaluar el efecto de los aislados de *B. thuringiensis*, ese trabajo tuvo como objetivo seleccionar y utilizar cepas de *B. thuringiensis* para el control de *D. saccharalis*, aplicando la técnica de bioensayo. Se seleccionaron 30 cepas de *B. thuringiensis*. En los bioensayos, se utilizaron larvas sanas de *D. saccharalis* de 2 días de edad creadas en dieta artificial, colocadas en contacto con las cepas de *B. thuringiensis* que fueron esparcidas en la dieta del insecto. Se utilizó agua destilada como control. Cada repetición fue constituida de 24 larvas alimentadas con el inóculo. La evaluación de mortalidad ocurrió después de 14 días. La mayoría causó una mortalidad en torno de 38.0% al 47.0%. Tres tratamientos presentaron eficiencia con mortalidad en torno de 80.0%. El tratamiento que demostró mayor eficiencia fue la HD-1 (*kurstaki*) con 85.0%, siendo analizada morfológicamente en cuánto la producción de cristales encontrando las proteínas Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1Ac, Vip1, Vip2 y Vip3 codificadas por los genes *cry1Aa*, *cry1Ab*, *cry1Ac*, *vip1*, *vip2* y *vip3*. Se concluye que el uso de *B. thuringiensis* es una herramienta eficaz y puede ser utilizada como una alternativa para el control de insectos de los diversos órdenes, incluyendo lepidópteros.

Palabras Clave: Control Biológico, Insectos, Bioensayos.

Abstract

Diatraea saccharalis is one of the main pests of the cultivation of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), in Mexico, causing great economic losses. For control, entomopathogens, such as *Bacillus thuringiensis*, have been used, which show toxicity to various insects of agricultural interest, producing δ -endotoxins. To evaluate the effect of the isolates of *B. thuringiensis*, this work aimed to select and use strains of *B. thuringiensis* for the control of *D. saccharalis*, applying the bioassay technique. Thirty strains of *B. thuringiensis* were selected. In the bioassays, healthy 2-day-old *D.*

saccharalis larvae created in an artificial diet were placed in contact with the strains of *B. thuringiensis* that were scattered in the diet of the insect. Distilled water was used as control. Each repetition was constituted of 24 larvae fed with the inoculum. The evaluation of mortality occurred after 14 days. The majority caused a mortality of around 38.0% to 47.0%. Three treatments showed efficiency with mortality around 80.0%. The treatment that showed the highest efficiency was HD-1 (*keurstaki*) with 85.0%, being morphologically analyzed in how much crystal production found the proteins Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1Ac, Vip1, Vip2 and Vip3 encoded by the genes *cry1Aa*, *cry1Ab*, *cry1Ac*, *vip1*, *vip2* and *vip3*. It is concluded that the use of *B. thuringiensis* is an effective tool and can be used as an alternative for the control of insects of the different orders, including lepidoptera.

Key words: Biological Control, Insects, Bioassays.

1. Introducción

El insecto *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae), presenta un hábito que se caracteriza por dañar y alimentarse preferencialmente de caña de azúcar y así, causar grandes pérdidas a este cultivo (Gitahy *et al.*, 2007). Para el control se ha utilizado agrotóxicos a pesar de los riesgos potenciales de estos productos al hombre y al medio ambiente. Como alternativa al uso de los insecticidas químicos son conocidos los agentes de control biológico, como la bacteria *Bacillus thuringiensis* que se presenta como ecológica y económicamente viable (Praça *et al.*, 2004). La bacteria produce cristales proteicos que contienen proteínas y genes altamente tóxicos para insectos de importancia e interés agronómico, como son los lepidópteros (Monnerat & Bravo, 2000, Gitahy *et al.*, 2007). Puede ser estudiado su mecanismo de acción a través de la técnica de reacción en cadena de la polimerasa PCR lo que lleva a una explicación sobre las toxinas y la patogenicidad (Valicente *et al.*, 2015). Es de gran importancia buscar cepas eficaces contra *D. saccharalis*, pero los estudios todavía se presentan limitados. En este contexto, el objetivo de este trabajo fue seleccionar y utilizar cepas de *B. thuringiensis* para el control del insecto *D. saccharalis* aplicando la técnica de bioensayo.

2. Materiales y métodos

Selección de las cepas bacterianas. Se seleccionaron treinta cepas de *B. thuringiensis* con diversas toxicidades para *D. saccharalis*, pertenecientes a una Colección de Bacterias Entomopatógenas del Laboratorio de Control Biológico de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria.

Fermentación de los aislados bacterianos. Para el crecimiento de la bacteria fue utilizado el medio de cultivo Luria Bertani - LB a base de glucosa 1.0g, caldo nutritivo 8.0g, extracto de levadura 5.0g, NaCl 5g, triptona 10.0g, más las sales MnSO₄ 0.02g, MgSO₄ 0,3g, FeSO₄ 0,02g y ZnSO₄ 0,02g en forma líquida. Fueron distribuidos en 30 Erlenmeyers la cantidad de 40mL del medio de cultivo esterilizados a 120°C por 20 minutos. Posteriormente fue inoculada la cantidad de 100µL de cada cepa de la bacteria de *B. thuringiensis*. Al final las muestras inoculadas fueron

sometidas a un proceso de fermentación, conducido en un shaker rotativo a 28°C y 200 rpm durante 48 horas con el propósito de obtener el crecimiento y multiplicación de la bacteria.

Elaboración del alimento de los insectos. Para la realización de las pruebas de bioensayos contra *D. saccharalis*, fue preparado la dieta artificial a base de cloruro de colina 2.0g, azúcar 280.0g, harina de soja 300.0g, germen de trigo 200.0g, nipagin 22.0g, ácido ascórbico 10.0g, agar 60.0g, solución vitamínica 30.0mL, vita gold 2.0mL, formol 5.0mL y agua 2 litros.

Bioensayos de mortalidad. Para cada cepa de *B. thuringiensis* aislada, fue realizada una repetición con veinticuatro vasos, en cada uno se agregó $\frac{1}{3}$ (respecto al volumen del vaso) de la dieta artificial. En la superficie de la dieta fue depositada una alícuota de 180 μ L de cultivo bacteriano. Para el control del experimento se realizó el mismo procedimiento, solamente con agua destilada estéril. Después de 1 hora que las muestras secaron, sobre la superficie de la dieta fue agregado una larva de segundo instar de *D. saccharalis*, los vasos fueron herméticamente cerrados con tapas de acrílico. Los bioensayos se mantuvieron bajo condiciones controladas de temperatura de 27°C y humedad relativa de 70% con un fotoperiodo de 12h luz y 12h oscuridad. Se realizaron las evaluaciones de mortalidad de los insectos después de los 14 días analizando cada uno de los aislados bacterianos en cuanto a su eficiencia de control. Los datos de mortalidad fueron corregidos mediante la fórmula de Abbott (1925).

$$MC = \left[\frac{X - Y}{100 - Y} \right] \cdot 100$$

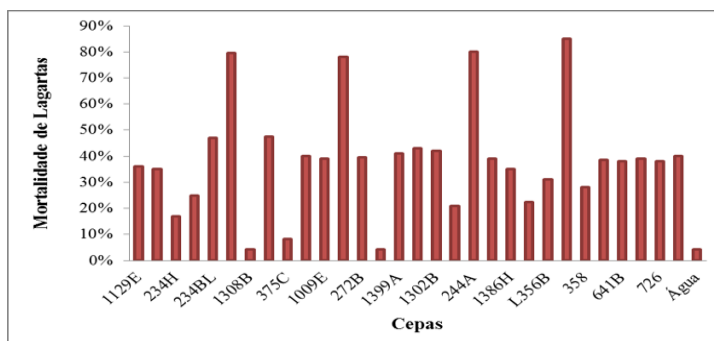
Dónde: MC: mortalidad corregida, X: número de insectos muertos en el tratamiento y Y: número de insectos en el control.

Caracterización de las bacterias. Para el cultivo bacteriano que demostró mayor mortalidad fue realizada una PCR convencional. Las muestras se prepararon en un volumen final de 10 μ L, constituido por Agua Mili Q (4.5 μ L), Tampón 10x (1 μ L), MgCl₂ 50 mM (0.4 μ L), DNTP 10mM (0.5 μ L), *primers Forward* 5'CGGGATTAGAGCGTGTATG3' e *Reverse* 5'CATCCAGCGAATCTACCG3' (1.0 μ L de cada uno), Taq polimerasa 500U (0.1 μ L) y DNA genómico 10ng (1.5 μ L). Las amplificaciones fueron realizadas en un termociclador, con los siguientes programas de temperaturas: desnaturalización inicial a 96°C por 1min, 30 ciclos de 96°C por 1min, 56°C (*primers Cry*), por 1min y 72°C por 1min, seguido por una extensión final de 72°C por 10min, manteniendo la reacción a 4°C. La electroforesis fue realizada con el auxilio de una cuba electroforética a 100V durante 1h, fue empleado SYBR Green como marcador estándar de peso molecular con los productos separados em gel de agarosa al 2% (m/v), siendo retirado y visualizado bajo luz ultravioleta y fotografiado con un fotodocumentador.

3. Resultados y discusión

De las 30 cepas de *B. thuringiensis* evaluadas, la mayoría causó una buena mortalidad alrededor de 38.0% al 47.0%. Tres tratamientos presentaron una excelente eficiencia, con mortalidad en torno al 80%. El tratamiento que presentó el más alto potencial de control fue la cepa HD-1

Kurstaki con 85.0% siendo más prometedor como bioinsecticida (Figura 1). La cepa HD-1 fue analizada en cuanto la producción de cristales encontrando 3 proteínas Cry: Cry1Aa, Cry1Ab y Cry1Ac codificadas por los genes: *cry1Aa*, *cry1Ab* y *cry1Ac* y 3 proteínas Vip: Vip1, Vip2 y Vip3 codificadas por los genes: *vip1*, *vip2* y *vip3*, altamente tóxicos a los insectos del orden de los lepidópteros (imagen no presentada).



Fuente: Datos de la investigación.

Figura 1. Efecto de las cepas de *Bacillus thuringiensis* en la mortalidad de los insectos *Diatraea saccharalis* (%)

4. Conclusiones

Con el estudio realizado se puede concluir que la mayoría de las cepas de *B. thuringiensis* no presentaron resultados positivos sobre la mortalidad de los insectos *D. saccharalis* y que solamente una de las cepas presentó una alta mortalidad sobre ellos, por lo que deben realizarse otras pruebas entomológicas para conocer mejor su modo de acción y su efecto como herramienta bioinsecticida.

Referencias

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. econ. Entomol*, 18(2), 265-267.
- Gitahy, P. D. M., Souza, M. T. D., Monnerat, R. G., Arrigoni, E. D. B., & Baldani, J. I. (2007). A Brazilian *Bacillus thuringiensis* strain highly active to sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Brazilian Journal of Microbiology*, 38(3), 531-537.
- Monnerat, R. G., & Bravo, A. (2000). Proteínas bioinsecticidas produzidas pela bactéria *Bacillus thuringiensis*: modo de ação e resistência. *Controle biológico*, 3, 163-200.
- Praça, L. B., Batista, A. C., Martins, É. S., Siqueira, C. B., de Souza Dias, D. G., Gomes, A. C. M. M., ... & Monnerat, R. G. (2004). Estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas contra insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Diptera. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(1), 11-16.
- Valicente, Fernando H. *et al.* Manejo Integrado de Plagas en la Cultura del Maíz/El productor pregunta, Embrapa responde. Revista científica v.12, n.5, p. 1-332, 2015.

Nuevo Biosensor Incorporado Con MWCNTS E Hidroxiapatita Para La Determinación De Paraoxón

Beleño Cabarcas Mary Triny, Stoytcheva Stilianova Margarita, Koytchev Zlatev Roumen, Montero Alpírez Gisela, Valdés Salas Benjamín, Torres Ramos Ricardo

Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Benito Juárez y calle de la Normal S/N, Mexicali, Baja California, 21280, México matribeca1504@hotmail.com

Resumen

Se desarrolló un biosensor amperométrico basado en organofosforado hidrolasa (OPH) para la determinación directa y sensible de paraoxón. La enzima OPH fue inmovilizada sobre un electrodo de carbón vítreo (GCE) mediante la electrodeposición de quitosano (CS) con nanotubos de carbono de paredes múltiples (MWCNTs) y nanopartículas de hidroxiapatita (HA). Se estudiaron varios parámetros como la carga de MWCNTs y HA y el área electroquímica activa del sensor. También, se evaluaron las características analíticas de cada uno de los biosensores. La sensibilidad de las determinaciones se aumentó considerablemente, gracias al aumento de la superficie activa y a la capacidad catalítica de los biosensores por la incorporación de MWCNTs y HA. Los mejores resultados fueron obtenidos aplicando el biosensor con la mezcla CS/MWCNTs-HA:OPH. Bajo las condiciones experimentales óptimas, el límite de detección alcanzado fue $0.1 \mu\text{mol L}^{-1}$ y la sensibilidad $5.10 \text{ nA L } \mu\text{mol}^{-1}$.

Palabras Clave: organofosforado hidrolasa, paraoxón, MWCNTs, HA, biosensor.

Abstract

An amperometric biosensor based on OPH was developed for the direct and sensitive determination of paraoxon. The OPH enzyme was immobilized on a glassy carbon electrode by the electrodeposition of CS with MWCNTs and HA. The effect of the loading of MWCNTs-HA and the active electrochemical area of the sensor was studied. Also, the analytical characteristics of each of the biosensors were evaluated. The sensitivity of the determinations was considerably increased, thanks to the increase of the active surface area and the catalytic capacity of the biosensors due to the incorporation of MWCNTs and HA. The best results were obtained by applying the biosensor with the mixture CS/MWCNTs-HA:OPH. Under the optimal experimental conditions, the detection limit reached was $0.1 \mu\text{mol L}^{-1}$ and the sensitivity $5.10 \text{ nA L } \mu\text{mol}^{-1}$.

Key words: organophosphate hydrolase, paraoxon, MWCNTs, HA, biosensor.

1. Introducción

Los compuestos organofosforados (OPs) son ampliamente utilizados como pesticidas, insecticidas y agentes de guerra química. Algunos son extremadamente tóxicos para los

mamíferos, ya que son poderosos inhibidores de las esterasas, como la acetilcolinesterasa (AChE) o la butirilcolinesterasa (BChE) involucradas en la función nerviosa (Du, Wang, Cai y Zhang 2010). Por lo tanto, la detección precisa, de incluso muy bajas concentraciones de dichos compuestos en el medio ambiente es de crucial importancia. Se han desarrollado biosensores sensibles basados en la inhibición de AChE, BChE, ureasa y glucosa oxidasa para la detección de OPs (Du, Chen, Xie, Zhang y Lin, 2011), (Aragay, Pino y Merkoçi, 2012). Básicamente, en estos biosensores, los OPs interactúan con el sitio activo de la enzima, dando como resultado la pérdida de actividad enzimática y, por lo tanto, una disminución de las señales del sensor. Por otra parte, la OPH es una enzima que puede degradar un amplio espectro de OPs como paraoxón, paratión, cumafos, diazinón, Dursban etc, (Mulbry *et al.*, 1986). Sin embargo, los productos generados enzimáticamente (p-nitrofenol) durante este proceso electroquímico dan como resultado la pasivación de la mayoría de los electrodos sólidos (Teófilo *et al.*, 2008), lo que conduce a una pérdida de señal progresiva e irreproducibilidad y, por lo tanto, a la necesidad de un acondicionamiento frecuente del electrodo. La modificación de los electrodos con MWCNTs ha proporcionado una poderosa alternativa, ya que estos nanomateriales mejoran notablemente las características electroanalíticas de la superficie del electrodo (Aguí, Yañez y Pingarron, 2008), debido a su alta área de superficie específica, excelente actividad catalítica, propiedades eléctricas y mecánicas superiores. Además, la funcionalización de MWCNTs con grupos COOH imparte mayor solubilidad y procesabilidad, lo que permite su uso como material catalíticamente activo para aplicaciones electroquímicas. Por otro lado, la HA ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) ha sido reportada como una excelente matriz para la inmovilización enzimática, debido a su biocompatibilidad y capacidad de adsorción (Jennissen, 1981). También se ha demostrado que ha mejorado la oxidación electroquímica de algunos fenoles como el p-nitrofenol, que es el producto de la hidrólisis catalizada por OPH de los OPs sustituidas con nitrofenilo (Yin, Zhou y Ai, 2010). El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un biosensor amperométrico basado en la OPH para la determinación directa y sensible de paraoxón. El CS, un polímero natural con excelentes capacidades de adhesión y formación de películas se utilizó como soporte enzimático incorporado con MWCNTs y HA en la superficie del electrodo. La optimización de las películas enzimáticas CS-MWCNT-HA/OPH con respecto a las cargas de MWCNTs y HA se realizó por medio de voltametría cíclica. También se estudiaron varios parámetros como cálculo de área electroquímica de los electrodos modificados y las características analíticas de los biosensores en la determinación de paraoxón.

2. Materiales y métodos

Reactivos e instrumentación. El paraoxón y el CS (peso molecular medio) se adquirieron de Sigma. Las soluciones de paraoxón se prepararon en agua destilada. Todos los experimentos fueron realizados en disolución tampón fosfato (PBS) 0.1 mol L^{-1} pH 8.5. Las nanopartículas de HA con un tamaño de partícula $<200 \text{ nm}$ fue adquirido de Sigma. Los MWCNTs funcionalizados con COOH con diámetro de 20 a 30 nm y longitud de 10 a 30 micras fueron

proporcionados por Intelligent Materials Pvt. Ltd., India. Los estudios electroquímicos se realizaron por medio de un analizador electroquímico CH modelo 440A (CH Instruments Inc., EE.UU.) y una celda electroquímica convencional de 10 mL. Un alambre de Pt fue utilizado como electrodo auxiliar, $\text{Ag,AgCl/KCl}_{\text{sat}}$ como referencia y un GCE (Tokay 20, 3 mm de diámetro) como electrodo de trabajo. La OPH (EC 3.1.8.1) fue extraída del producto de descontaminación DEFENZ™ 130BG, proporcionado por Genencor International, Inc. El producto granulado con 2.0% m/m de proteína se disolvió en agua desionizada. La dispersión con 100 mg/ml se centrifugó a 3000 rpm durante 10 min. El sobrenadante se utilizó para los análisis posteriores.

Modificación del electrodo GCE. Se preparó una solución de CS 0.2% m/v en CH_3COOH 0.1 mol L^{-1} . Luego, se prepararon dispersiones de nanomateriales MWCNTs (0.1, 0.25, 0.5 y 1.0 mg mL^{-1}) y HA (1.0, 2.5, 5.0 and 10 mg mL^{-1}), en 1 ml de hidrogel CS 0.2% m/v. A continuación, se añadió una cantidad de solución enzimática (100 mg mL^{-1}) a cada una de las dispersiones nanocompuestas, para obtener finalmente una relación 1:1 enzima: dispersión. La electrodeposición de las dispersiones se realizó mediante la aplicación de un potencial de -3.0 V durante 5.0 min. El proceso de deposición de CS en la superficie del electrodo se debe al cambio de pH local electroquímicamente generado, debido al aumento de pH por encima del pKa (6.3) del CS. Lo que provoca que las aminas primarias del CS se desprotonen, induciendo al CS a experimentar una reacción localizada de sol-gel para formar un hidrogel en el cátodo (Kim, 2015). Al mismo tiempo, la OPH y los nanomateriales en la mezcla pueden depositarse con CS (Figura 1). Después de la deposición, el electrodo modificado se retiró de la solución y se expuso a vapor de glutaraldehído al 25% durante 15 min. Para la determinación de las cantidades óptimas de nanomateriales, la modificación del electrodo se realizó con las dispersiones antes mencionadas y albúmina de suero bovino (BSA) 1 mg mL^{-1} en lugar de OPH, en una relación (1:1) dispersión: BSA.



Figura 1. Esquema de modificación del electrodo por electrodeposición

3. Resultados y discusión

Determinación de la cantidad óptima de nanomaterial. El efecto de la carga de MWCNTs y HA se investigó por voltametría cíclica (CV) mediante la oxidación de PNP 0.1 mmol L^{-1} , variando la cantidad nanomateriales para cada una de las mezclas CS/MWCNTs:BSA y CS/HA:BSA.

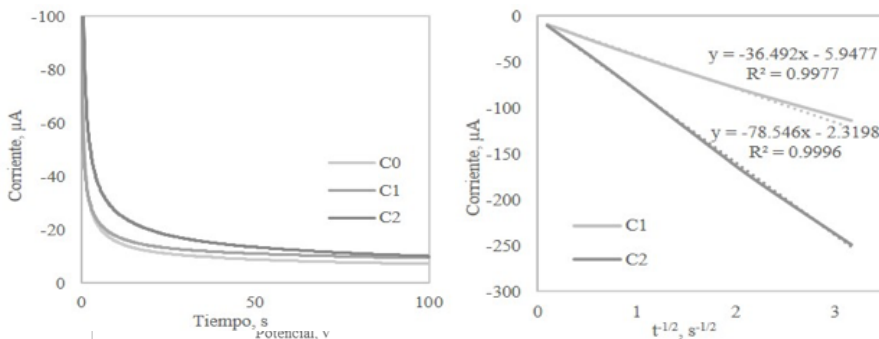


Figura 3. (A) Cronoamperogramas obtenidos en CS/MWCNTs:BSA en 0.1 mol L⁻¹ PBS, pH 8.5 y aplicando un salto de potencial de 0.6 a 1.0 V. Concentración de PNP: (C0) 0 mmol L⁻¹; (C1) 0.05 mmol L⁻¹; (C2) 0.1 mmol L⁻¹. (B) Graficas Cottrell derivadas de los cronoamperogramas

Las curvas CV registradas de se muestran en la Figura 2. Se observó un mayor incremento de la corriente de pico anódico de PNP para MWCNTs una concentración de 0.25 mg mL⁻¹ y para los HA de 5.0 mg mL⁻¹. El aumento superior a estas concentraciones de nanomateriales llevó a una disminución de la corriente de pico, debido a que constituyen un obstáculo para la difusión y la transferencia de electrones por la cantidad excesiva de nanomateriales.

Cálculo del área electroquímica. El cálculo del área electroquímica activa de los electodos se ha llevado a cabo mediante cronoamperometría, empleando una disolución de PNP 0.1 mmol L⁻¹ en tampón PBS 0.1 mol L⁻¹, sin agitación y aplicando un salto de potencial de 0.6 a 1.0 V.

La variación de la corriente con el tiempo viene dada por la ecuación de Cottrell (Figura 3).

$$I(t) = \frac{nFA D_{Ox}^{1/2} C^*}{\pi^{1/2} t^{1/2}}$$

Donde I es la corriente (A), n es el número de transferencia de electrones, F es la constante de Faraday (96 485 C mol⁻¹), A es el área superficial del electrodo (cm²), C es la concentración de PNP (mol mL⁻¹), D es el coeficiente de difusión de PNP (9.16x10⁻⁶ cm² s⁻¹) (Niesner y Heintz, 2000) y t es el tiempo transcurrido (s). A partir de la pendiente de la representación de la intensidad de corriente frente a la inversa de la raíz cuadrada del tiempo, se determinó que el área promedio del electrodo con CS/HA:BSA, CS/MWCNTs:BSA, y de la mezcla óptima CS/MWCNT-HA:BSA, las cuales fueron 17.305, 20.097 y 23.025 mm² respetivamente.

Determinación de OPs. Las determinaciones de paraoxón aplicando la mezcla óptima CS-MWCNTs(0.25 mgmL⁻¹)-HA(5.0 mgmL⁻¹)/OPH se realizó midiendo el aumento de la corriente de oxidación del PNP, generada tras adiciones sucesivas de paraoxón en 10 mL de disolución

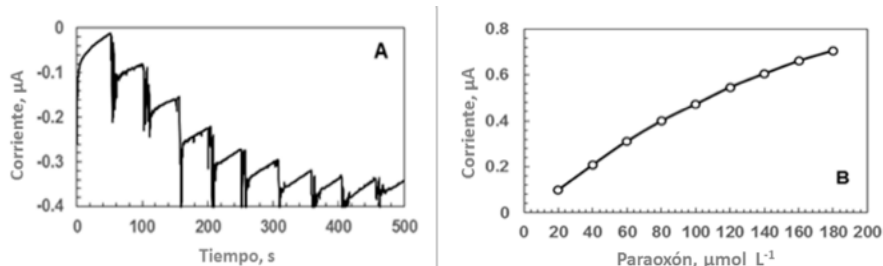


Figura 4. (A) Respuestas amperométricas del electrodo modificado con CS-MWCNT-HA/OPH a concentraciones crecientes de paraoxón ($20 \mu\text{mol L}^{-1}$) en $0.1 \text{ mol de L}^{-1}$ PBS, pH 8.5; 25°C y la gráfica de calibración correspondiente (B)

PBS 0.1 mol L^{-1} en el rango de $40\text{-}200 \mu\text{mol L}^{-1}$. Las gráficas y curvas de calibración correspondientes se presentan en la Figura 4.

El biosensor exhibió una respuesta rápida y sensible al cambio de la concentración de paraoxón lo cual probó el buen comportamiento electrocatalítico del electrodo enzimático de OPH. El tiempo de respuesta fue menos de 15 s. En la curva de calibración la corriente aumenta a medida que la concentración de paraoxón aumenta y la corriente alcanza un valor de saturación a una concentración de paraoxón alta, lo que sugiere que los sitios activos de las unidades de enzima están saturados a esos niveles de paraoxón. En un rango de concentración de $5 \text{ a } 80 \mu\text{mol L}^{-1}$, el electrodo proporciona una respuesta lineal a paraoxón con una sensibilidad de $5.10 \text{ nA L } \mu\text{mol}^{-1}$. El límite de detección (LOD), calculado sobre la base de señal/ruido igual a 3, fue de $0.1 \mu\text{mol L}^{-1}$. El rango dinámico lineal es más ancho y el límite de detección más bajo que los sensores para la determinación de paraoxón con un electrodo modificado con pasta de carbono (Banks y Compton, 2005) y con nanotubos de carbono de pared simple (Aragay *et al.*, 2012), respectivamente.

4. Conclusiones

El biosensor desarrollado con la mezcla CS-MWCNTs(0.25 mgmL^{-1})-HA (5.0 mgmL^{-1})/OPH fue utilizado con éxito para la determinación directa de paraoxón. Se alcanzó una alta sensibilidad ($5.10 \text{ nA}/\mu\text{mol L}^{-1}$) y límite de detección, estimado sobre la base de la relación señal/ruido=3, de $0.01 \mu\text{mol L}^{-1}$. Así mismo se demostró que la electrodeposición anódica de CS con los nanomateriales seleccionados MWCNT-HA mejora drásticamente la sensibilidad de las determinaciones, y minimiza la pasivación de los electrodos. Además, de aumentar la capacidad catalítica y el área superficie de los mismos. El enfoque propuesto ilustra claramente las posibilidades que ofrecen estos sensores para la el monitoreo de OPs debido a la integración de películas nanoestructuradas con características analíticas mejoradas.

Referencias

1. Aguí L., Yañez P, Pingarrón J. M. 2008. Role of carbon nanotubes in electroanalytical chemistry: a review. *Anal Chim Acta Acta*, 622(1):11-47.
2. Aragay, G., Pino, F, and Merkoçi, A.2012. Nanomaterials for Sensing and Destroying Pesticides”. *Chemical Research*, 112:5317-5338.
3. Banks C. E., Compton R. G. 2005. Exploring the electrocatalytic sites of carbon nanotubes for NADH detection: an edge plane pyrolytic graphite electrode study. *Analyst*, 130:1232.
4. Du, D., Chen, A., Xie, Y., Zhang, A., and Lin, Y. 2011. Nanoparticle-based immunosensor with apoferritin templated metallic phosphate label for quantification of phosphorylated acetylcholinesterase. *Biosensors and Bioelectronics*, 26:3857-3863.
5. Du, D., Wang, M., Cai, J., and Zhang, A. 2010. Sensitive acetylcholinesterase biosensor based on assembly of β -cyclodextrins onto multiwall carbon nanotubes for detection of organophosphates pesticide. *Sensors Actuators B Chem*, 8:337-341.
6. Jennissen HP. 1981. The binding and regulation of biologically active proteins on cellular interfaces: model studies of enzyme adsorption and hydrophobic binding site lattices and biomembranes. *Adv Enzyme Regul.* 19:377-406.
7. Kim E., Y. Xiong, Y. Cheng, H. Chen, Y. Liu, B. Morrow, H. Yoav, R. Ghodssi, G. Rubloff, J. Shen, W. Bentley, X. Shi, F. Payne. 2015. Chitosan to connect biology to electronics: fabricating the bio-device Interface and communicating across this interface”. *Polymers* 7(1):1-46.
8. Mulbry, W. W., Karns, J. S., Kearney, P. C., Nelson, J. O., Mc Daniel, C. S., and Wild, J. R. 1986. Identification of a plasmid-borne parathion hydrolase gene from *Flavobacterium* sp. by southern hybridization with *opd* from *Pseudomonas diminuta*”. *Applied and Environmental Microbiology*, 51:929-930.
9. Niesner R, Heintz A. 2000. Diffusion coefficients of aromatics in aqueous solution. *J Chem Eng Data*. 45:1121–1124.
10. Teófilo, R. F., R. Kiralj, H. J. Ceragioli, A. C. Peterlevitz, V. Baranauskas, L. T. Kubota, M. M. C. Ferreira, J. 2008. QSPR Study of Passivation by Phenolic Compounds at Platinum and Boron-Doped Diamond Electrodes. *Journal of The Electrochemical Society*. 155(10):D640-D650.
11. Yin H, Zhou Y, Ai S. 2010. Electrochemical oxidative determination of 4-nitrophenol based on a glassy carbon electrode modified with a hydroxyapatite nanopowder. *Microchim Acta*. 169:87-92.

Propiedad Insecticida Del Aceite Esencial De Orégano (*Lippia Palmeri*) Sobre El Control De *Sitophilus Zeamais* (Mots.) Y *Prostephanus Truncatus* (Horn.) En Grano De Maíz Almacenado

Martínez Evaristo X. C.¹, Borboa Flores J.¹, Wong Corral F. J.¹, Cinco Moroyoqui F. J.¹, Rosas Burgos E. C.¹, Del Toros Sánchez C. L.¹, Ortega Nieblas M. M.^{1,2}, Olivert Martínez Cruz¹, Rueda Puente E. O.³, Costa Becheleni F. R.

¹Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora.

jesus.borboa@unison.mx

² Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora

³Departamento de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora

Blvd. Luis Encinas y Rosales S/N, col. Centro. C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México

Resumen

El grano de maíz es el cultivo agrícola más importante en México. Durante su almacenamiento, los insectos *Sitophilus zeamais* y *Prostephanus truncatus* causan pérdidas importantes. El método de control de insectos más común en granos almacenados es químico, el cual es tóxico para el humano y contaminan el medio ambiente. Una de las alternativas para evitar mayor contaminación es el uso de los aceites esenciales. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del aceite esencial de orégano (*Lippia palmeri*) sobre la mortalidad, emergencia y repelencia de *S. zeamais* y *P. truncatus*. El material fue recolectado en el estado de Sonora y el aceite esencial se obtuvo de la hoja de orégano mediante hidrodestilación. En los bioensayos se utilizaron las concentraciones 0, 200, 500 y 1000 ppm. La mortalidad más elevada de *P. truncatus* fue de 92.0% a las 72h en la concentración de 1000 µL, mientras que en tiempo de 24 y 48h fue de 75.0% y 87.0% respectivamente en la misma concentración. El índice de repelencia (IR) a las 24h para *P. truncatus* fue de 0.15 a una concentración de 200µL/L, lo cual indica que es repelente. La concentración del aceite y el tiempo de exposición fueron factores importantes para controlar esta especie de insecto.

Palabras Clave: Gorgojos, Aceite esencial, Maíz.

Abstract

The grain of corn is the most important agricultural crop in Mexico. During storage, insects *Sitophilus zeamais* and *Prostephanus truncatus* cause significant losses. The most common method of insect control in stored grains is chemical, which is toxic to humans and pollutes the environment. One of the alternatives to avoid more contamination is the use of essential oils. The objective of the work was to evaluate the effect of oregano essential oil (*Lippia palmeri*) on the mortality, emergence and repellency of *S. zeamais* and *P. truncatus*. The material was collected in the state of Sonora and the essential oil was obtained from the oregano leaf by hydro distillation. In the bioassays the concentrations 0, 200, 500 and 1000 ppm were used. The highest

mortality of *P. truncatus* was 92.0% at 72h in the concentration of 1000 μL , while in the 24 and 48h time it was 75.0% and 87.0% respectively in the same concentration. The repellency index (IR) at 24h for *P. truncatus* was 0.15 at a concentration of 200 $\mu\text{L/L}$, which indicates that it is repellent. Oil concentration and exposure time were important factors in controlling this insect species.

Key words: Weevils, Essential oil, Corn.

1. Introducción

La conservación y protección de los granos almacenados constituye una necesidad alimenticia social y económica (SAGARPA, 2011). Las plagas en granos almacenados son de suma importancia por los daños que éstas ocasionan; deterioro del valor nutritivo, reducción de la calidad de los granos y sus derivados. Las pérdidas por ataques de insectos en granos almacenados a nivel mundial son cuantiosas reportándose 10% en países desarrollados y 20% en países subdesarrollados (Phillips y Throne, 2010). Los insectos que causan mayor daño al maíz almacenado son *Sitophilus zeamais* (Mot.) y *Prostephanus truncatus* (Horn.) (García, Espinosa y Bergvinson, 2007). El método de control de estos insectos es el químico como lo son las aplicaciones de plaguicidas, sin embargo estos productos resultan peligrosos para la salud y contaminan el medio ambiente con serias implicaciones ecológicas (Isman, 2000). Los métodos alternativos para reducir la infestación de *S. zeamais* y *P. truncatus* han incluido el uso de tierras diatomáceas y spinosad (Daglish y Nayak, 2006) entre otras. Se han llevado a cabo numerosos estudios utilizando compuestos naturales tales como los aceites esenciales como es el caso del aceite de orégano *Lippia palmeri* en cuya composición se encuentran sustancias volátiles aromáticas (Ortega y Robles, 2011) La efectividad de los aceites esenciales contra insectos de productos almacenados se ha demostrado (Usha Rani y Udaya Lakshmi, 2007). Algunos de estos derivados tienen efecto larvicida, de disuasión y ovoposición en plagas agrícolas.

2. Materiales y métodos

El sitio de recolecta de hoja de orégano *Lippia palmeri* en el estado de Sonora fue en el municipio de Álamos ubicado en las coordenadas geográficas de 27°04'39"N y 109°17'18.1"W, estas plantas fueron recolectados en su habitat natural. El aceite esencial fue extraído mediante el proceso de hidrodestilación por arrastre de vapor de agua siguiendo el Método Oficial de la A.O.A.C. 6.006 (1975), para lo cual se utilizó un destilador tipo Clevenger de 2 L. de capacidad. Se colocaron 2 L. de agua destilada y 100 g de hojas secas de orégano y se llevó a cabo la destilación por 4 h consecutivas.

Obtención de insectos. Las especies de insectos *S. zeamais* y *P. truncatus* fue donada por el laboratorio de entomología del Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos (DIPA) de la Universidad de Sonora, previamente identificadas cada especie.

Elaboración de cultivos patrones de insectos. En frascos con capacidad de 2 L se colocaron 500 g de maíz blanco y se agregaron para su reproducción 300 insectos, de *S. zeamais* y

se incubaron a una temperatura de $27\pm 1^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa del 65.0% y 12 H:L y 12 H:O. El mismo procedimiento fue realizado para *P. truncatus*.

Pruebas de mortalidad. Se colocaron 20 g de maíz y diez insectos después se aplicó el aceite esencial, impregnado por dentro de la tapa de la caja Petri por medio de una micropipeta, en concentraciones de 0 como testigo, 200, 500 y 1000 ppm, las cajas fueron selladas con papel Parafilm y fueron incubadas a las condiciones antes mencionadas. Los datos de mortalidad fueron corregidos mediante la fórmula de Abbott (1925).

$$MC = \left[\frac{X - Y}{100 - Y} \right] \cdot 100$$

Donde: MC: mortalidad corregida, X: número de insectos muertos en el tratamiento y Y: número de insectos en el control.

Prueba de repelencia. La prueba de repelencia se realizó mediante un olfatómetro entomológico de dos entradas diseñado para el experimento, haciendo una adaptación de la metodología Dall Bello. (2006), el cual consistió en 2 recipientes con tapa hermética conectados por un tubo, en ambos se depositaron 20 g de grano 20 y 10 insectos. El grano es tratado con las diferentes concentraciones de aceite y el insecto elige cual es el más repelente. El cálculo del índice de repelencia para cada insecto es por la fórmula descrita por Mazzonetto (2002). Dónde: IR: índice de repelencia, G: número de insectos presentes en el tratamiento y P: número de insectos presentes en el testigo. El grano de repelencia se clasifico: IR=1 tratamiento neutro, IR>1 tratamiento atrayente y IR< 1 tratamiento repelente.

Diseño experimental y Análisis estadístico. El diseño fue completamente al azar considerando 2 factores con 3 niveles, donde los factores son las concentraciones y los tiempos de exposición. Para la mortalidad, emergencia y repelencia con 6 repeticiones para cada prueba, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), con una prueba de Tukey a un nivel de significancia de $q < 0.05$. Estos análisis se llevaron a cabo en un paquete estadístico JMP 5.0.1.

3. Resultados y discusión

El aceite esencial de *Lippia palmeri* causó significativamente una mortalidad de las dos especies de insectos a concentraciones de 1000 ppm. ($P < 0.05$). En 24 h *L. palmeri* mostro 75.0% de mortalidad de *P. truncatus* en la concentración de 1000 ppm ($P < 0.05$), mientras que para la concentración de 200 ppm fue menos eficaz en el mismo tiempo provocando mortalidad de 38.0% ($P < 0.05$) (Cuadro 1). Para *S. zeamais* se observó a las 24 h una mortalidad de 78.0% en una concentración de aceite de 1000 ppm, mientras que en la concentración de 200 se obtuvo una mortalidad del 57.0% a las 24 h (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de mortalidad de poblaciones de *Prostephanus truncatus* y *Sitophilus zeamais* en maíz expuesto a aceite esencial de orégano (*Lippia palmeri*)^{1,2}

Conc. (µL/L)	Prostephanus truncatus			Sitophilus zeamais		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h
Testigo	0 ± 0.0 d(a)	0 ± 0.0 d(a)	0 ± 0.0 d(a)	0 ± 0.0 d(a)	0 ± 0.0 d(a)	0 ± 0.0 d(a)
200	38 ± 4.1 c(a)	47 ± 10 c(a)	48 ± 7.5 c(a)	22 ± 7.5 c(b)	45 ± 0.5 c(a)	57 ± 8.2 c(a)
500	63 ± 5.2 b(a)	65 ± 8.4 b(a)	70 ± 0.0 b(a)	47 ± 5.2 b(c)	72 ± 4.0 b(b)	83 ± 5.2 b(a)
1000	75 ± 5.5 a(b)	87 ± 5.2 a(a)	92 ± 7.5 a(a)	78 ± 15 a(b)	100 ± 0.0 a(a)	100 ± 0.0 a(a)

¹Los valores son el promedio de seis réplicas ± desviación estándar. ²Valores con la misma letra para cada insecto fuera del paréntesis indica que no hay diferencia significativa entre las columnas (p<0.05).

En la repelencia la concentración de 200 ppm a 24 y 72 h se observa menor a 1, lo cual indica que es mayor su repelencia o que el tratamiento es repelente contra *P. truncatus*. Sin embargo, a las 48 h la concentración que mostro mayor repelencia fue la de 500 ppm (P<0.05). Para el caso de *S. zeamais* el testigo fue el más atrayente para el insecto, este no mostró diferencias significativas (P<0.05). Para la concentración de 1000µL/L no mostraron cambios significativos conforme el tiempo de exposición en ambas especies de insectos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Índice de repelencia (IR) de *Prostephanus truncatus* y *Sitophilus zeamais* al aplicarse concentraciones del aceite esencial de orégano (*Lippia palmeri*).^{1,2}

Conc. (µL/L)	Prostephanus truncatus			Sitophilus zeamais		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h
Testigo	1.3 ± 1 a(b)	1.3±0.09 a(b)	1.6±0.1 a(a)	1.4±0.1 a(a)	1.50±0.0 a(a)	1.5±0.0 a(a)
200	0.15±0.6 c(b)	0.37±0.05 b(a)	0.2±0.0 c(b)	0.3±0.0 b(a)	0.17±0.0 b(b)	0.1±0.0 c(b)
500	0.4± 0.0 b(a)	0.15±0.06 c(b)	0.4±0.0 b(a)	0.3±0.05 b(a)	0.10± 0.0 b(b)	0.35±0.05 b(a)
1000	0.42±0.8 b(a)	0.5±0.05 b(a)	0.5±0.5 b(a)	0.0±0.0 c(c)	0.15±0.0 b(b)	0.45±0.05 b(a)

¹Los valores son el promedio de seis réplicas ± desviación estándar. ²Valores con la misma letra para cada insecto fuera del paréntesis indica que no hay diferencia significativa entre las columnas (p<0.05).

Valores con la misma letra entre paréntesis por línea reflejan que no hay diferencia significativa entre las filas (p<0.05).

4. Conclusiones

El aceite esencial *Lippia palmeri* registro mortalidad y repelencia frente a las dos especies de insectos *Prostephanus truncatus* y *Sitophilus zeamais* valuadas, lo cual sugiere que los productos naturales obtenidos de plantas aromáticas presentan un buen potencial en la lucha de plagas que afectan a granos almacenados y como protección de productos orgánicos ya que son menos contaminantes del alimento y del medio ambiente.

Referencias

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1975. William Horwintz, Alam Sen Zel and Helen Reynolds. Res. Vet. Sci. 6.006. Ed. (25). Pag. 77.

2. Dal Bello, G. & Padín, S., 2006. Olfatómetro simple para evaluar la actividad biológica de aleloquímicos vegetales en *Tribolium castaneum* herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Agrociencia*, 10(2):23-26.
3. Darglish, G. 2006. Opportunities and barriers to the adoption of potential new grain protectants and fumigants. 9th International Working Conference on Stored Product Protection. Plenary session 3. *New Chemicals and Food Residues*. Key notes, páginas 209 - 216.
4. García Lara S.; Espinosa Carrillo, C. Y Bergvinson, D. J. 2007. Manual De Plagas En Granos Almacenados Y Tecnologías Alternas Para Su Manejo Y Control. Centro Internacional Para El Mejoramiento De Maíz Y Trigo. El Batán, Estado De México, México. PP. 56.
5. Mazzonetto, F. 2002. *Efeito De Genótipos De Feijoeiro E De Pós Origem Vegetal Sobre Zabrotes Subfasciatus (Bob.) e Acanthoscelides Obtectus (Say) (Col.Bruchidae)*. 134 P. Tesis Doctor En Ciencias. Universidad De Sao Paulo, Piracicaba, Sao Paulo, Brasil.
6. Ortega Nieblas, Ma. Magdalena; Robles- Burgueño, Ma. Refugio. 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of oregano (*Lippia palmeri* s. Wats) essential oil, *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol 34, Pp 11-17.
7. Phillips, T.W., Throne, J.E. 2010. Biorational Approaches to Managing Stored - Product Insects. *Ann. Rev. Entomol.* 55: 375 - 397.
8. Isman MB. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19: 603-608.
9. Usha Rani, P. and S.U. Lakshmi, 2007. *Tagetes erecta* (L.) essential oil, floral and foliar extracts as potential grain protectants against three species of stored product pests. *Uttar Pradesh J. Zool.*, 27: 159-169.

Evaluación De Extractos Bioactivos De Naranja Dulce (*Citrus Sinensis L. Osbeck*) Como Estímulo De Atracción En Trampas Pegajosas Para *Diaphorina Citri Kuwayama*

Corella-Madueño María Alba Guadalupe¹, Pérez Martínez Cinthia Jhovanna¹, Fu-Castillo Agustín Alberto², Cádiz-Carrasco María Guadalupe², Pérez-Luna Adriana Isabel², Armenta-Villegas Lorena¹, Martínez-Robinson Karla Guadalupe³

¹Universidad de Sonora (UNISON). corella@guayacan.uson.mx

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

³Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD AC)

Resumen

Diaphorina citri Kuwayama (hemíptera: Psyllidae), insecto olífago de las plantas rutáceas, es vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter spp.*, agente causal de la enfermedad de Huanglongbing (HLB) o enverdecimiento de los cítricos, una de las amenazas más serias para la citricultura en todo el mundo. En México, se han implementado programas para el control de la plaga, destacando el químico; sin embargo, han resultado ineficaces. Por lo tanto, es necesario guiar los esfuerzos para desarrollar métodos de control alternativos y su inclusión en un programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP). Con atención a ello, en las últimas décadas, el uso de compuestos semioquímicos de las plantas, ha adquirido gran importancia como una de las estrategias utilizadas en el MIP. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el uso de trampas comerciales pegajosas convencionales e impregnarlas con extractos de cítricos para determinar su efectividad en el monitoreo del psílido. Se obtuvieron los extractos de brotes jóvenes de naranja dulce de 1,0 a 2,0 cm (brotes pequeños, BP) y de brotes de 3,0 a 4,0 cm (brotes grandes, BG). Se impregnaron filtros de algodón con los extractos cítricos y se colocaron en trampas pegajosas de color verde y amarillo, para evaluar su potencial de atracción para el insecto. Como control se utilizaron trampas sin extracto. Los resultados indicaron que el extracto de BP es el más efectivo atrayendo al psílido ($P < 0.05$). En conclusión, los extractos de BP cítricos, son candidatos potenciales para ser implementados en programas de MIP.

Palabras Clave: *Diaphorina citri*, semioquímicos, trampas pegajosas.

Abstract

Diaphorina citri (Hemiptera: Psyllidae), is an insect that is oligophagous on Rutaceous host plants and is the primary vector in citrus of the bacteria *Candidatus Liberibacter spp.*, the putative causal agents of Huanglongbing (HLB) or citrus greening disease, one of the most serious threats to citriculture worldwide. Since the arrival of *D. citri* to Mexico, have been implemented intensive chemical control programs to prevent the spread and transmission of HLB disease. However, these programs have been ineffective against the psyllid. Therefore, it is necessary to guide efforts to develop alternative control methods for the psyllid and included it into a program of

Integrated Pest Management (IPM). Semiochemicals compounds have gained great importance in recent decades among the tools used in the IPM. The current work target is to evaluate the use of conventional sticky traps impregnated with citric extracts to determine their effectiveness in arresting the psyllid. The use of citric extracts, improves *D. citri* arresting in traps, making possible its use in an IPM program. Sweet orange young sprouts with 1.0 to 2.0 cm (little sprouts LS) and 3.0 to 4.0 cm (big sprouts BS) were used. First, extracts impregnated filters were placed in green and yellow sticky traps, to probe its attraction potential. The results indicate that LS extract is the most effective through attracting the psyllid ($P < 0.05$). In conclusion, LS citric extracts seem appropriate candidates to be implemented in IPM programs.

Key words: *Diaphorina citri*; semiochemicals; sticky traps.

1. Introducción

La utilización de insecticidas sintéticos para el control de plagas representa diversos riesgos, como efectos nocivos para la salud, el deterioro ambiental y el desarrollo de resistencia por parte de los insectos diana. Como respuesta han surgido métodos alternativos para el control de poblaciones de insectos, en diversos cultivos, entre ellos, el control biológico y el uso de semioquímicos como parte de los programas del Manejo Integrado de Plagas (MIP). *Diaphorina citri*, es un hemíptero de la familia Psyllidae, considerado la plaga más importante de los cítricos en el mundo (Halberth y Manjunath, 2004). El psílido prefiere las plantas de la familia *Rutaceae* para hospedarse y reproducirse, alimentándose de la savia donde obtiene sus nutrientes, causando daño a la planta con su estilete, pero el principal problema es que transmite la bacteria *Candidatus Liberibacter spp*, causando la enfermedad de Huanglongbing (HLB) o enverdecimiento de los cítricos, que provoca la muerte de millones de árboles a nivel mundial (Da Graca, 1991; Bové, 2006). La bacteria circula por el floema de las plantas impidiendo la circulación de los nutrientes por el taponamiento de los vasos floemáticos, provocando síntomas típicos de deficiencias nutrimentales. Se han implementado programas intensivos de control químico durante los períodos de mayor densidad poblacional del insecto, para evitar su diseminación y la transmisión de la enfermedad, utilizando insecticidas poco tóxicos para la fauna benéfica; sin embargo, dichos programas han sido inefectivos contra el psílido. Es necesario desarrollar métodos alternativos y estrategias eficaces para evitar la dispersión de *D. citri* y la expansión de la enfermedad de HLB en los campos cítricos del país; por ello, en este trabajo se evaluaron trampas pegajosas convencionales verdes y amarillas, cebadas con extractos cítricos para conocer su eficacia en la captura del psílido y su posible uso para el control de *D. citri*, integrándolas al MIP.

2. Materiales y métodos

El material vegetal para la obtención de los extractos consistente en brotes de naranja dulce de dos tamaños: 1-2 cm y de 3-4 cm; fue proporcionado por INIFAP, Unidad Centro, en Hermosillo, Sonora. El presente estudio se realizó durante dos ciclos de producción de naranja

dulce (junio 2015- junio 2016). Los extractos se obtuvieron por maceración en etanol, seguidos de filtración para eliminar el solvente por evaporación en un evaporador rotatorio IKA RV® 10 digital. Posteriormente, los extractos crudos se congelaron a -80°C y se sometieron a liofilización. Los extractos obtenidos se almacenaron a una temperatura de 4°C para su uso posterior. Adicionalmente se realizó una caracterización fitoquímica de extractos acuosos y metanólicos encontrándose en los brotes de 1-2 cm la presencia de flavonoides, leucoantocianos, antocianinas y taninos pirogálicos, y en el extracto metanólico se identificó a flavonoides, taninos, triterpenos y esteroides. En extracto acuoso de 3-4 cm se identificaron flavonas, leucoantocianos, antocianinas y taninos pirogálicos; así como, flavonoides, taninos, triterpenos y esteroides en el extracto metanólico (Romo, 2012). Para los bioensayos se utilizaron trampas dobles pegajosas convencionales de color amarillo (10.2 x 27.8) y verde (14.5 x 21.8) proporcionadas por el INIFAP, cebadas con los extractos cítricos. Se usó como testigo una trampa de cada color sin extracto alguno. Además, se utilizó una trampa de color azul como control adicional para el estímulo visual. Las trampas fueron cebadas con los extractos de los brotes de naranja de los dos tamaños para lo cual se impregnaron filtros de algodón con los extractos. El desarrollo experimental se llevó a cabo en dos ubicaciones: sitio 1. Las trampas se colocaron en un invernadero en el Centro Regional de Estudios y Reproducción de Organismos Benéficos (CREROB), ubicado a espaldas del cerro de la Campana en Hermosillo, Sonora. Se colocaron 14 trampas, una por hilera de árbol cítrico, distribuyéndolas de manera intercalada aproximadamente a 1.20 m sobre el suelo (INIFAP). Las trampas a evaluar estuvieron expuestas en el sitio 1, durante 7 días, transcurridos los cuales se realizó el conteo de los insectos adultos de *D. citri* capturados en cada una de ellas. Sitio 2; las trampas fueron colocadas en el Campo de naranjo “Costa Rica” ubicado en “La Costa de Hermosillo” (28° , 14°N , 111° 45°O). En esta localidad se colocaron 11 trampas, distribuyéndolas de manera intercalada en tres áreas distintas. Éstas fueron retiradas después de 7 días para el conteo de capturas del insecto adulto. Se utilizó el programa SPSS versión 20 usando la prueba estadística P de STUDENT, para realizar el análisis de los datos obtenidos de la captura de los insectos.

3. Resultados y discusión

Evaluación del bioensayo en el sitio 1. En este sitio, la captura de los insectos psílidos adultos fue muy baja en las trampas cebadas amarillas y verdes, debido a la presencia de *Tamarixia radiata*; un parasitoide que coloniza a las ninfas preferentemente del 5° estadio de *D. citri* y que se utiliza como control biológico para la plaga. Sin embargo, a pesar de la presencia del parasitoide, se capturaron insectos adultos, destacando en mayor número en las trampas amarillas cebadas, que en las verdes. Tanto *Tamarixia* como *Diaphorina* resultaron atraídas por el mismo color de las trampas y por los mismos estímulos provenientes de los extractos cítricos, indicando que no se debe usar el control biológico al mismo tiempo que el monitoreo de *D. citri* en las trampas. Un resultado relevante fue el gran número de pulgones capturados, plaga importante en el cultivo de los cítricos lo que resulta de gran utilidad en el control de este insecto. En el bioensayo del sitio

2, campo “Costa Rica” de La Costa de Hermosillo, se obtuvo una gran captura de insectos, destacando el número de psílicos capturados en las trampas amarillas cebadas; cabe mencionar que el huerto seleccionado era de naranja dulce. Evaluación de las diferencias entre trampas azules, amarillas y verdes. Los dos colores de trampas fueron atractivos al psílido; sin embargo, las trampas amarillas cebadas tuvieron mayor captura, seguidas de las trampas verdes cebadas (Figura 1); y las menos atractivas a los insectos fueron las azules en las que no se capturó ningún psílido; debido a que *D. citri* visualiza el espectro en la región del verde y amarillo, 520 y 615 nm, mientras que el azul se encuentra entre 400 y 500 nm. El extracto de los brotes de naranja de 1-2 cm (BP) resultó ser un mejor atrayente del psílido, debido a los estímulos visual y olfativo, percibiendo el aroma de los brotes jóvenes de la planta, sitio de reproducción de la hembra. La percepción de las moléculas de olor se realiza a través de las antenas del insecto, de donde la señal es transmitida a su cerebro y esto permite a la vez, la comunicación entre los insectos por las señales químicas volátiles (semioquímicos), que son liberados por los brotes vegetativos en mayor diversidad química y concentración que en brotes de mayor tamaño.



Figura 1. Trampa amarilla convencional y trampa con captura de insectos

4. Conclusiones

Los ensayos de atracción dieron a conocer que la preferencia de *D. citri* es hacia los brotes tiernos de naranja dulce de menor tamaño, en las trampas de color amarillo cebadas con extractos cítricos; resultando más eficaces que las trampas de color verde para la captura de *D. citri*, debido a los semioquímicos que los constituyen y que actúan como señales olfatorias para *D. citri*. Potencialmente se podrían usar trampas cebadas con extractos cítricos en el MIP y mejorar el monitoreo del insecto.

Referencias

1. Halbert, S. E., y Manjunath, K. L. (2004). Asian Citrus Psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomol.* 87(3): 330-353.
2. Da Graca, J. V., y Korsten, L. (2004). Citrus huanglongbing: Review, present status and future strategies, pp. 229-245 In S.A.M.H. Naqvi [ed.], *Diseases of fruits and vegetables. Vol.1.* Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
3. Bové, J. M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *J. Plant Pathol.* 88: 7-37.
4. Patt J M y Se'tamou M. (2010). Responses of the Asian Citrus Psyllid to Volatiles Emitted by the Flushing Shoots of Its Rutaceous Host Plants. *Environ. Entomol.* 39(2): 618-624.

Establecimiento De Un Cultivo De Células En Suspensión De *Arnica Montana*

Galindo-Ferrer Ubaldo J.¹, Zamora-Ocaña Elio enai¹, Álvarez-Secundino Claudia A.¹, Nieto-Trujillo Aurelio², Cruz-Sosa Francisco², Zepeda-Gómez Carmen¹, Estrada- Zúñiga María Elena³

¹Facultad de Ciencias. ubgalbiotec@gmail.com

²Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

³Centro de Investigación en Recursos Bióticos-Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México

Resumen

Arnica montana es una planta usada en la medicina tradicional como antiinflamatorio y analgésico, además de emplearse ampliamente para obtener productos comerciales como pomadas, geles, gotas orales y pastillas. Su amplio uso y los problemas ambientales provocados por actividades antropogénicas han provocado una deficiencia del material vegetal silvestre. La Biotecnología constituye una alternativa al manejo sustentable de la especie. Existen varios trabajos que reportan la multiplicación *in vitro* de *A. montana* y pocos reportes se asocian a cultivos celulares, aunque de estos últimos no se ha explorado ampliamente su potencial para producir compuestos bioactivos. En el presente trabajo se emplearon reguladores de crecimiento vegetal (RCVs) tipo auxina en combinación con citocinina (picloram 1 mg/L y cinetina 0.5 mg/L, respectivamente), para promover callogénesis en explantes de hoja de *A. montana*. Después de la segunda semana se observó la formación de callo y su mantenimiento en la misma formulación de medio de cultivo permitió la proliferación. Además, con dicho tratamiento de RCVs se logró establecer un cultivo de células en suspensión. Se corroboró desdiferenciación con un análisis microscópico. El cultivo celular establecido de *A. montana* será empleado para futuras investigaciones encaminadas a estudios fitoquímicos sobre la producción de compuestos bioactivos.

Palabras Clave: compuestos bioactivos, metabolitos secundarios, cultivos *in vitro*.

Abstract

Arnica montana is a plant used in Traditional Medicine as anti-inflammatory and analgesic. In addition, it is widely used to obtain commercial products such as ointments, gels, oral drops and pills. Environmental problems caused by anthropogenic activities and the variety of medicinal uses of this species have caused a deficiency of wild plant material. Biotechnology is an alternative to the sustainable management of this species. There are several reports aimed to develop *in vitro* multiplication protocols for *A. montana*. Also, there are few reports related to cellular cultures, although its capability to produce bioactive compounds has not been widely explored. In the present work, plant growth regulators (PGRs), type auxin in combination with cytokinin (picloram 1 mg / L and kinetin 0.5 mg / L, respectively), were used to promote callogenesis in leaf explants of *A. montana*. After the second week of incubation, callus formation was observed. Its maintenance and proliferation was successfully achieved in the same

culture medium formulation. In addition, cell suspension culture was established. Dedifferentiation process was corroborated with a microscopic analysis. The established cell culture of *A. montana* will be used in future research aimed at phytochemical studies on the production of bioactive compounds.

Key words: bioactive compounds, secondary metabolites, in vitro culture.

1. Introducción

Arnica montana L. (Asteraceae) es una planta herbácea que se ha utilizado a lo largo de los años en la Medicina Tradicional de Europa y América del Norte [1]. Es una planta muy sensible a las condiciones del suelo y por esto no puede desarrollarse en aquellos que presentan altos niveles de nitrógeno y que no presenten pH ácido (4 a 6) [2]. En la medicina tradicional esta especie se emplea para tratar infección de estómago, artritis reumatoide y estrías en el embarazo, además se desarrollan ungüentos caseros para tratar hematomas [3,4]. Esta especie produce metabolitos secundarios [MS] (ácidos fenólicos, cumarinas, flavonas, flavonoides, glucósidos, mucílagos, fitosteroles, lactonas sesquiterpénicas, taninos, citoquininas, entre otros), varios de ellos de importancia medicinal ya que poseen actividad biológica, tal como la antiinflamatoria y analgésica; actividades reconocidas para la especie y por ello ha sido explotada ampliamente para obtener productos comerciales como pomadas, geles, gotas orales y pastillas [2]. Debido a su amplio uso con fines medicinales así como los problemas ambientales provocados por actividades antropogénicas, existe una deficiencia del material vegetal silvestre, por lo que esta especie se encuentra protegida en Europa. Frente al problema de la deficiencia del recurso natural, la Biotecnología constituye una alternativa al manejo sustentable de la especie [3]. El cultivo *in vitro*, es una herramienta de la biotecnología la cual comprende un conjunto de técnicas entre cuyas aplicaciones se destaca la micropropagación que permite producir una población masiva de plantas idénticas [3]. Distintos autores que han trabajado con la multiplicación *in vitro* de *A. montana* han demostrado que el número de brotes inducidos depende de la formulación del medio de cultivo, donde se ha demostrado que la combinación de reguladores de crecimiento vegetal (RCVs): citocinina bencilaminopurina (BAP; aproximadamente a la concentración de 1 mg/L) y auxinas (ácido α -naftalenacético: ANA, ácido indolacético: AIA, ácido indolbutírico: AIB) y su concentración es significativa [3,5]. Otra aplicación del cultivo *in vitro* es la producción sustentable de MS por cultivos celulares [6]. Una ventaja de este tipo de cultivo sobre uno convencional de plantas es la posibilidad de obtener sustancias de gran utilidad (MS) en condiciones controladas independientemente de factores ambientales bióticos y abióticos [7]. Existen pocos reportes sobre cultivos celulares de *A. montana*, de los cuales, se observa que las auxinas (ácido 2,4-diclorofenoxiacético: 2,4-D y AIA) a baja concentración (0.1 mg/L) promueven la formación de callo. Además, se ha reportado que dichos cultivos celulares no producen lactonas sesquiterpénicas pues su síntesis se ha asociado a tejidos diferenciados [8]. No obstante, un estudio cualitativo preliminar de callos de *A. chamissonis ssp. foliosa* permitió identificar MS tipo fenólico (ácido clorogénico, ésteres de ácido cafeico y quínico) y terpenoide

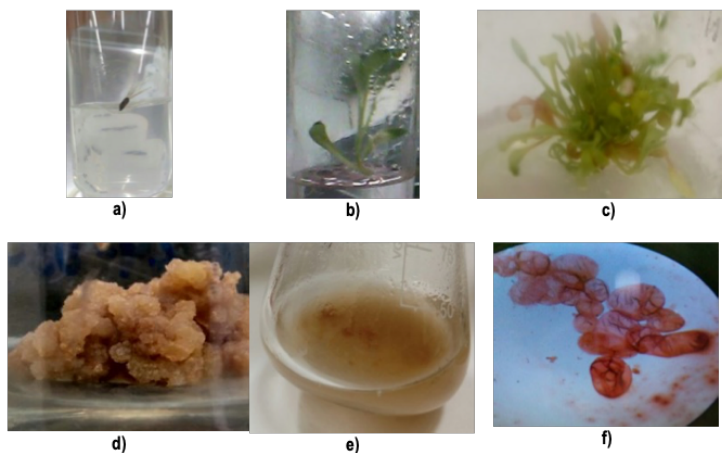


Figura. 1. Plántulas y cultivos celulares de *Arnica montana* cultivadas in vitro. a) semilla inoculada al tiempo cero; b) plántula desarrollada después de 25 días de incubación; c) plántula regenerada a partir de explantes nodales; proliferación de: d) cultivos de callo y, e) cultivos de células en suspensión; f) observación al microscopio de células obtenidas de los cultivos

(alantolactonas e isoalantolactonas). Sin embargo, aún están faltando estudios fitoquímicos que permitan conocer la capacidad de los cultivos celulares de *A. montana* para producir MS bioactivos.

2. Materiales y métodos

Semillas de *A. montana* fueron inmersas secuencialmente en diferentes soluciones: solución jabonosa por 15 min, etanol al 70% por 30 s, Bravo® al 4% por 10 min, ampicilina y estreptomicina a 100 mg/L por 20 min y por último, hipoclorito de sodio al 1.5% por 30 min y se realizaron enjuagues con agua destilada estéril en condiciones asépticas. Este tratamiento permitió obtener semillas libres de microorganismos. Posteriormente, las semillas se inocularon en medio de cultivo Murashige & Skoog al 50% (esta formulación se empleó para todos los experimentos) suplementado con 3 mg/L de ácido giberélico (AG) y con 30 g/L de glucosa como fuente de carbono; pasados 30 días de incubación, las plántulas se emplearon para obtener nodos que fueron cultivados en medio de cultivo con AG. Los nodos desarrollaron yemas axilares, las cuales subsecuentemente fueron enraizadas; lo anterior para obtener más plántulas nuevas, y mayor cantidad de hojas. Estas últimas fueron inoculadas en medio de cultivo adicionado de 1 mg/L de picloram (Pi) y 0.5 mg/L de cinetina (KIN), medio de cultivo diseñado para inducir formación de callo. Una vez obtenido el callo (luego de 21 a 30 días de incubación), éste fue transferido a medio de cultivo líquido (misma formulación empleada en callogénesis). Las condiciones de incubación consistieron de un fotoperíodo de 18h luz/6h oscuridad y

25±2°C y 110 rpm (para cultivos en medio líquido). Las células de los cultivos fueron analizadas microscópicamente para corroborar proceso de dediferenciación. Además, se ha iniciado su proliferación para, en un futuro, emplear biomasa para estudios fitoquímicos sobre MS.

3. Resultados y discusión

Después de 25 días de incubación (Figura 1 a,b) se determinó un porcentaje de germinación del 62.5%, similar al reportado por Arista y col. [6]. Se logró regenerar plántulas nuevas a partir de explantes nodales, las cuales presentaron una cantidad adecuada de hojas (Figura 1c) que fueron empleados para inducir callo. Las hojas de esas plántulas expuestas a PI 1 mg/L y KIN 0.5 mg/L mostraron dediferenciación a partir de la segunda semana de incubación con un crecimiento rápido desde la tercer semana. Aunque los autores evaluaron otras combinaciones de RCV para inducir callo, en el presente trabajo se reporta el tratamiento que promovió mejor respuesta sobre callogénesis y su proliferación (Figura 1 d,e).

Malarz y col. [8] emplearon 0.1 mg/l de 2,4-D para inducir callo en hojas y peciolo, mientras que Kalynyak y col. [9] emplearon 6mg/L de ANA combinado con 0.2mg/L de KIN indujeron la formación de callo en hojas. El callo formado en el presente trabajo presentó un color crema-café, amorfo y friable (Figura 1d). Petrova y col. [10] reportaron que la combinación de RCVs 2,4-D y KIN formó callo verde mientras que con AIA y KIN el callo formado fue esponjoso o necrótico y tuvo una coloración amarillenta opaca. Es probable que los RCVs no sólo tengan un impacto sobre las características visuales de los callos, sino también su metabolismo y producción de MS. Los RCVs auxinas y citocininas afectaron el crecimiento y la producción de MS en raíces adventicias de *Morinda citrifolia* [11]. Las observaciones microscópicas permitieron comprobar el proceso de dediferenciación (Figura 1f).

4. Conclusiones

Los RCVs Pi (1 mg/L) y KIN (0.5 mg/L) promueven la dediferenciación en hojas de *Arnica montana*, y además permiten el establecimiento y la proliferación de las células resultantes.

Referencias

1. Willuhn, G. (1991). *Arnica montana* L. Portrait of a medicinal plant *Arnica montana* L. Pharm Ztg 136: 2453–2478.
2. Waizel-Bucay, José & Cruz-Juárez, María de Lourdes. (2014). *Arnica montana* L., planta medicinal europea con relevancia. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 5, 98-109. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322014000500008
3. Petrova M. et al. (2012). Biotechnological approaches for cultivation and enhancement of secondary metabolites in *Arnica montana* L. Acta Physiol Plant, 34, 1597-1606. Recuperado de
4. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11738-012-0987-x>
5. Gaona Fernández, LA. (2011). Efecto de árnica en un modelo in vitro con citoquinas proinflamatorias y antiinflamatorias. Fase II. (Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/5179/1/598603.2011.pdf>

6. Petrova M. *et al.* (2011). Plant regeneration from callus culture of *Arnica montana*. Romanian Biotechnological Letters, 16, 92-97. Recuperado de <https://www.rombio.eu/rbl1vol16Supplement/14%20Petrova.pdf>
7. Arista-Alvarez, María del Carmen *et al.* (2016). Incremento en la tasa de germinación in vitro de semillas de *Arnica montana* mediante el uso de ácido giberelico. Trabajo presentado en Memorias del XXXVII Encuentro Nacional de la AMIDIQ, Puerto Vallarta, Jalisco, México.
8. Pérez-Alonso, Naivy & E., Jiménez. (2011). Producción de metabolitos secundarios de plantas mediante el cultivo *in vitro*, 11, 195 – 211. Instituto de Biotecnología de las plantas. Recuperado de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/255/837>
9. Malarz J., Stojakowska A., Dohnal B & Kisiel W. (1993). Helenalin acetate in *in vitro* propagated plants of *Arnica montana*. Plant Med, 59, 51–53. doi: 10.1055/s-2006-959603.
10. Kalynyak P.P., T. Trofymyak., M. Komisarenko & Y. Blyum. (1995). Production of callus lines for plants from Arnica genus and analysis of their biosynthetic activity. Dopov Natsional Akad Nauk Ukrayiny, 9, 107–110.
11. Petrova M. *et al.* (2008). Induction of callus cultures in *Arnica montana* L. Genet Breed, 37, 37– 44. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/305807684_Induction_of_callus_cultures_in_Arnica_montana_L
12. Baque, MA., Hahn, EJ. & Paek, KY. (2010). Growth, secondary metabolite production and antioxidant enzyme response of *Morinda citrifolia* adventitious root as affected by auxin and cytokinin. Plant Biotechnol Rep, 4,109–116. doi.org/10.1007/s11816-009-0121-8.

Presencia De Marcadores Moleculares Contra *Colletotrichum Lindemuthianum* En Diversos Tipos De Frijol

Guerrero Aguilar Brenda Zulema, Acosta Gallegos Jorge Alberto, Jiménez Hernández Yanet, Anaya López José Luis Y Montero Tavera Víctor

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Carretera Celaya San Miguel de Allende Kilómetro 6.5, C.P. 38010 Celaya, Guanajuato, México

guerrero.brenda@inifap.gob.mx

Resumen

La antracnosis, causada por *Colletotrichum lindemuthianum*, es una enfermedad importante del frijol por los daños que ocasiona. La emergencia recurrente de nuevos patotipos virulentos de *C. lindemuthianum* que superan la resistencia de variedades comerciales previamente resistentes dificulta la obtención de nuevas variedades. Para identificar líneas de frijol resistentes a antracnosis, se genotificaron 16 genotipos de frijol que incluyeron líneas avanzadas y variedades de los tipos Flor de Mayo, Flor de Junio, Pinto y Negro Brillante con 10 marcadores moleculares, ocho de tipo SCAR y dos de tipo STS, asociados con los genes de resistencia *Co-12*, *Co-2*, *Co3*, *Co-4*, *Co-4²*, *Co-5*, *Co-9*, y *Co-10*. La menor cantidad de marcadores moleculares asociados a genes de resistencia a antracnosis se identificó en las líneas de tipo Negro Brillante, y la mayor en las de tipo Flor de Junio, incluido el c.v. Junio León. Los marcadores moleculares más frecuentemente identificados fueron SY20, SAS 13 y TGA1 asociados con los genes *Co-4*, *Co-4²* y *Co-12*. Los genotipos con marcadores moleculares asociados con el gen *Co-4²* son sobresalientes, ya que este gen protege contra numerosas razas de *C. lindemuthianum* presentes el Altiplano de México.

Palabras Clave: Frijol, Antracnosis, gen de resistencia.

1. Introducción

La gran diversidad de virulencia de *C. lindemuthianum* es un desafío para desarrollar cultivares de frijol con resistencia efectiva y duradera a la antracnosis. Las razas se han identifican mediante la inoculación de 12 variedades diferenciales que poseen diferentes genes de resistencia (Young y Kelly, 1996b). A nivel mundial se han descrito más de 240 diferentes cepas virulentas de *C. lindemuthianum*, conocidas como razas (Nunes *et al.*, 2013). Estas razas se clasifican en andinas y mesoamericanas en función de los genotipos a los que infecta (Pastor-Corrales, 1996). Las razas andinas son virulentas únicamente en los cultivares andinos, mientras que las mesoamericanas lo son para los cultivares mesoamericanos y andinos, y aunque a menudo los cultivares andinos proporcionan resistencia efectiva a las razas mesoamericanas altamente virulentas del patógeno (Pastor-Corrales, 1996), la diversidad genética de los cultivares mesoamericanos es mayor que la de los andinos (Beebe *et al.*, 1998), por lo que el frijol mesoamericano se ha utilizado más que el andino para identificar fuentes de resistencia a la antracnosis. La resistencia contra *C.*

lindemuthianum está condicionada por 21 *loci* de resistencia estos incluyen genes de cultivares andinos: *Co-1* (y sus alelos *Co-1²*, *Co-1³*, *Co-1⁴*, *Co-1⁵*), *Co-12*, *Co-13*, *Co-14*, *Co-15*, *Co-x*, *Co-m*, *Co-y*, y *Co-z*. Los genes mesoamericanos incluyen: *Co-2*, *Co-3* (y sus alelos *Co-3²*, *Co-3³*, *Co-3⁴*, *Co-3⁵*), *Co-4* (*Co-4²*, *Co-4³*), *Co-5* (*Co-5²*), *Co-6*, *Co-7*, *Co-11*, *Co-16*, *Co-17*, *Co-u*, y *Co-v*, el *loci* *Co-8* el único gen identificado como recesivo, (Ferreira *et al.*, 2013).

Kelly y Miklas (1999), identificaron marcadores de tipo RAPD asociados a cinco genes dominantes independientes, *Co-1*, *Co-2*, *Co-4²*, *Co-5* y *Co-6*, que condicionan resistencia a diferentes razas de antracnosis, a partir de los cuales se desarrollaron marcadores de tipo SCAR asociados a los genes *Co-2* y *Co-4²*.

La diferencial G2333 del acervo mesoamericano es un parental adecuado para obtener variedades mejoradas, especialmente para los frijoles andinos de hábito trepador, debido a que posee los genes de resistencia a antracnosis *Co-4*, *Co-5*, y *Co-7* (Young y Kelly, 1996b; Pastor-Corrales *et al.*, 1994; Young y Kelly, 1996), así como el alelo *Co-4²*, uno de los más efectivos frente a razas de *C. lindemuthianum* con un índice de resistencia del 97% (Balardin *et al.*, 1997). El objetivo del presente estudio fue identificar genotipos de frijol resistentes a antracnosis mediante la genotipificación de cuatro tipos de frijol con marcadores moleculares asociados a genes de resistencia a *C. lindemuthianum*.

2. Materiales y métodos

Genotipos. Se usaron 64 genotipos, que incluyeron líneas avanzadas y variedades de cuatro tipos de frijol: Flor de Mayo, Flor de Junio, Pinto y Negro brillante. Los genotipos fueron desarrollados por el Programa de Mejoramiento de Frijol del INIFAP, Campo Experimental Bajío en Celaya, Guanajuato. Se sembraron 15 semillas de 16 genotipos de cada tipo de frijol en macetas bajo condiciones controladas de invernadero durante el ciclo P-V 2017.

Colecta de muestras de tejido para extracción de ADN. Se colectó tejido vegetal de los cuatro primeros trifolios de 10 plantas de cada genotipo. El ADN genómico se extrajo con el método descrito por Doyle y Doyle (1987). Se usaron ocho marcadores moleculares de tipo SCAR y dos de tipo STS (Cuadro 1). Las mezclas de reacción de PCR se realizaron en un volumen de 25 µL con 160 µM de dNTP's, 2.0 mM de MgCl, 0.8X de buffer de reacción, 5 µM de cada iniciador, 1 U de Taq polimerasa (Invitrogen) y 30 ng de ADN. El programa consistió de 4 min de desnaturalización inicial a 94 °C, 34 ciclos compuestos por 10 s a 94 °C, 40 s a la temperatura de alineamiento de cada iniciador (Cuadro 1), 2 min a 72 °C; y una extensión final de 5 min a 72 °C. Los productos amplificados se visualizaron por electroforesis horizontal en gel de agarosa 1.5% TBE 1X y 150 volts.

Cuadro 1. Marcadores moleculares asociados con genes de resistencia a antracnosis

Marcador	Secuencia 5' a 3'	TM (°C)	Amplicon	Genes
TGA 1	CACTTTCCACTGACGGATTTGAACC GCACAAGGACAAGTGGTC	50	570	Co1 ²
g2303	GGGGCGGAATCAGGTTACCA GGTTTAGGACAATAATGAGAGTGAT GTACCGTGT	50	350	Co-3/phg-2
SF10	GGAAGCTTGGTGAGCAAGG GGAAGCTTGGCTATGATGGT [*]	65	1072	Co-10
SCAreoli	GGGAGACATCCATCAGACAACCTCC GTATCCATTTGAAGGAGCT	58	1000	Co-2
SQ4	CCTTAGGTATGGTGGGAAACGA TGAGGGCGAGGATTTACAGCAA GTT	59	1440	Co-2/Ur-11
SW12	TGGGCAGAAGTTCTAGCATGTGGC TGGGCAGAAGCACAGTATGATTTG	65	700	Co-3/Co-9
SY20	AGCCGTGGAAGGTTGTTCAT CCGTGGAAAACAACACACAAT	65	830	Co-4
SAS13	CACGGACCGAATAAGCCACCAACA CACGGACCGAGGATACAGTGAAAG	65	950	Co-4 ²
SAB3	TGGCGCACACATAAGTTCTCACGG TGGCGCACACCATCAAAAAAGTT	65	400	Co-5
SB12	CCTTGACGCACCTCCATG TTGACGATGGGTTGGCC	65	350	Co-9

3. Resultados y discusión

Los marcadores moleculares SCAreoli, SB12 asociados a los genes de resistencia *Co-2* y *Co-9* no se identificaron en ninguno de los genotipos, mientras que el marcador SY20 asociado al gen *Co-4* se identificó en casi todos los materiales estudiados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Genotipos de frijol con marcadores moleculares asociados a genes de resistencia de antracnosis

Marcador/gen de resistencia	Flor de Mayo	Flor de Junio	Pinto	Negro Brillante
	Presencia del marcador			
TGA 1 (<i>Co-1²</i>)	11/16 (68%)	7/16 (43.7%)	9/16 (56.2%)	8/16 (50%)
SW12 (<i>Co-3/Co-9</i>)	3/16 (18.7%)	7/16 (43.7%)	1/16 (6.2%)	0/16
SAS13(<i>Co-4²</i>)	16/16 (100%)	15/16 (93.75%)	11/16 (68.7%)	7/16 (43.7%)
SY20 (<i>Co-4</i>)	13/16 (81.2%)	16/16 (100%)	16/16 (100%)	15/16 (93.7%)
SAB3 (<i>Co-5</i>)	3/16 (18.7%)	0/16	0/16	1/16 (6.2%)
SF10 (<i>Co-10</i>)	13/16 (81.2%)	14/16 (87.5%)	13/16 (81.2%)	10/16 (62.5%)
SQ4 (<i>Co-2/Ur-11</i>)	2/16 (12.5%)	8/16 (50%)	5/16 (31.2%)	2/16 (12.5%)
g2303(<i>Co-10/Phg-ON</i>)	12/16 (75%)	11/16 (68.7%)	11/16 (68.7%)	6/16 (37.5%)

En negritas se indican las proporciones en las que todas las plantas tuvieron el marcador molecular asociado al gen de resistencia.

En las líneas de tipo Flor de Mayo, las 16 líneas tuvieron el marcador SAS 13 asociado al gen *Co-4²*, en cuanto al gen *Co-4* y *Co-10*, 13/16 líneas lo tuvieron, el gen *Co-5* solamente estuvo presente en 3/16. En los de tipo Flor de Junio el gen *Co-4* estuvo presente en las 16 líneas, siguiéndole el gen *Co-4²* (SAS 13) y el gen *Co-10*, mientras que los genes *Co-2*, *Co-5* y *Co-9* no se detectaron. En los genotipos de tipo Pinto, las 16 líneas tuvieron el marcador SY20 asociado al gen *Co-4* mientras que los genes *Co-5* y *Co-9* estuvieron ausentes y el *Co-4²* estuvo presente en 11/16. En cuanto a los Negros Brillantes el gen *Co-4²* estuvo presente en 7 líneas, mientras los 16 genotipos tuvieron el marcador molecular SY20 asociado al gen *Co-4*, y para el gen *Co-10*, en 11 de ellos estuvo presente. El gen *Co-5* solo estuvo presente en una de las líneas. Hasta ahora el gen *Co-4²* ha sido importante en el Altiplano de México, ya que la mayoría de las variedades registradas en las últimas décadas lo portan y proporciona amplia protección contra un número alto de razas de *C. lindemuthianum* (Kelly y Vallejo, 2004). El gen *Co-5* no se ha utilizado en los proyectos de mejoramiento del Altiplano y su presencia en unos cuantos materiales deberá verificarse para iniciar su piramidación en materiales que porten el gen *Co-4²*.

El siguiente paso será uniformizar las líneas que sean superiores por características agronómicas, para lo cual se seleccionarán muestras de al menos 100 o 200 plantas individuales para recuperar una nueva versión uniforme de cada una a partir de las plantas que muestren los marcadores correspondientes; por ejemplo, para la presencia de los marcadores asociados a los genes de resistencia *Co-1²* y *Co-4²*, mismos que proporcionarían resistencia amplia y duradera por provenir de diferentes acervos genéticos y haber mostrado resistencia ante un amplio número de razas de la enfermedad (Kelly y Vallejo, 2004).

4. Conclusiones

En los cuatro tipos de frijol se identificaron líneas con dos o más marcadores asociados a genes de resistencia a *C. lindemuthianum*, lo que sugiere un espectro amplio de resistencia a antracnosis. De los cuatro tipos de frijol, el que posee mayor porcentaje de genes de resistencia a antracnosis fue el Flor de Junio y el de menor porcentaje de presencia de genes de resistencia el Negro Brillante.

Referencias

1. Balardi, R.S., Kelly J.D. (1998) Interaction between *Colletotrichum lindemuthianum* races and gene pool diversity in *Phaseolus vulgaris*. *Journal of the American Society for Horticultural Science* ; 123:1038–47.
2. Beebe S., Rengifo J., Gaitan E., Duque M.C., Tohme J. (2001). Diversity and origin of Andean landraces of Common Bean. *Crop Science*. doi:10.2135/cropsci.413854x.
3. Doyle J.J. and Doyle, J.L. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*; 19:11–15.
4. Ferreira, J.J., A. Campa, and Kelly J.D. (2013). Organization of genes conferring resistance to anthracnose in common bean. In: R.K. Varshney and R. Tuberosa, editors, *Translational genomics for crop breeding*. Vol. 1. Biotic stress. John Wiley & Sons, New York. p. 151–181. doi:10.1002/9781118728475.ch9
5. Kelly J.D., Vallejo V.A. (2004). A comprehensive review of the major genes conditioning resistance to anthracnose in common bean. *horticultural scientists*; 39:1196–207.

6. Kelly, J.D., and Miklas, P.N. (1999). Marker-assisted selection. In Common bean improvement in the twenty-first century. Edited by S.P. Singh. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands. pp. 93–123.
7. Nunes M.P., Gonçalves-Vidigal M.C., Lacanallo G.F., Coimbra G.K. (2013). Comprehension of Genetic Variability and Virulence of *Colletotrichum lindemuthianum* in Common Bean. 51th BIC Meeting, Program and Abstract, p. 13.
8. Pastor-Corrales M.A. (1996) Traditional and molecular confirmation of the coevolution of beans and pathogens in Latin America. *Annual Reports Bean Improvement Cooperative*. 39:46–7.
9. Pastor-Corrales, M.A., Erazo O.A., Estrada E.I., and Singh S.P. (1994). Inheritance of anthracnose resistance in common bean accession G 2333. *Plant Dis.* 78:959–962.
10. Young, R.A. and Kelly J.D., (1996b). RAPD markers flanking the Are gene for anthracnose resistance in common bean. *Journal American Society for Horticultural Science* 121:37–41.

Fitoquímica Y Actividad Antioxidante De Extractos De Hoja Y Cultivos Celulares De *Guazuma Ulmifolia*

Hernández-Emba Diego Armando¹, Gutiérrez-Morales Andrea¹, Echeverría-Medina Mayra Fernanda¹, Burrola-Aguilar Cristina², Zepeda-Gómez Carmen¹, Estrada-Zúñiga María Elena²

¹Facultad de Ciencias. diego_emba97@hotmail.com

²Centro de Investigación en Recursos Bióticos-Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México

Resumen

La diabetes mellitus (DM) es un problema de salud pública mundial. En el año 2016 causó la muerte de 3.7 millones de personas, siendo alrededor del 90% del total de los casos relacionado con la DM Tipo 2 (DMT2). En México se usan alrededor de 300 plantas medicinales para el tratamiento de DMT2, incluyendo *Guazuma ulmifolia*, especie ubicada dentro de las frecuentemente empleadas. El efecto hipoglucemiante de esta especie ha sido demostrado científicamente en modelos biológicos. Diversos fitoquímicos (FQ) se han identificado en *G. ulmifolia*, tales como esteroides, ácidos grasos, glicósidos, carbohidratos, mucílago, aceites esenciales, alcaloides, flavonoides y taninos; los FQ se han relacionado con la propiedad medicinal de diversas plantas. Recientemente se estableció un cultivo celular (CC) de la especie como estrategia biotecnológica para la producción controlada de FQ. En el presente trabajo de investigación se determinó el contenido de fenoles totales (CFT), flavonoides totales (CFVT) y la actividad antioxidante (AA), por métodos espectrofotométricos, del extracto metanólico de un CC (ECC) y de hojas de *G. ulmifolia* (EH, respectivamente), además de realizarse un análisis cualitativo de los FQ presentes en ambos extractos. ECC mostró valores menores de CFT, CFVT y AA comparado con EH (CFT de 5.8 y 42.9 mg equivalentes de ácido gálico/g [mgEAG/g]; CFVT de 2.94 y 9.86 mg equivalentes de quercitina/g [mgEQ/g]; AA de 5.6 y 45.8%/g, respectivamente). Los resultados del perfil fitoquímico mostraron que ECC y EH contenían alcaloides, flavonoides, lactonas sesquiterpénicas, carbohidratos y proteínas. ECC también resultó positivo para triterpenos y diterpenos. El CC de *G. ulmifolia* produjo varios FQ que también se encuentran en las hojas, aunque el contenido de FQ tipo fenólico fue menor que el de las hojas de la planta. Futuras investigaciones deben realizarse para identificar e incrementar la cantidad de FQ producidos por el CC, así como evaluar, *in vitro* e *in vivo*, el efecto biológico de los extractos de CC, incluyendo los relacionados con DMT2.

Palabras Clave: hipoglucemiante, cultivo *in vitro*, metabolitos secundarios.

Abstract

Diabetes mellitus (DM) is a global public health problem. In 2016, it caused the death of 3.7 million people, with around 90% of all cases related to DM Type 2 (DMT2). In Mexico, approximately 300 medicinal plants are used to counteract DMT2, including *Guazuma ulmifolia*, a species reported within the most used. The hypoglycemic effect of this species has been

demonstrated scientifically in biological models. Several phytochemicals (FQ) have been identified in *G. ulmifolia*, such as steroids, fatty acids, glycosides, carbohydrates, mucilage, essential oils, alkaloids, flavonoids and tannins; the FQ have been related with therapeutic properties of many plants. Recently, a cell culture (CC) of this species was established, as a biotechnological strategy to develop a system where the production of CF can be controlled. In the present work, the total content of phenols (CFT), flavonoids (CFVT) and the antioxidant activity (AA) was determined by spectrophotometric methods of the CC and leaves methanolic extracts from *G. ulmifolia* (ECC and EH, respectively). Additionally, a qualitative screening of the FQ present in both extracts was carried out. The results showed that ECC had lower values of CFT, CFVT and AA compared with EH (CFT of 5.8 and 42.9 mg gallic acid equivalents/g [mgEAG/g], CFVT of 2.94 and 9.86 mg quercetin equivalents/g [mgEQ/g]; AA of 5.6 and 45.8%/g, respectively). The results of the phytochemical screening showed that ECC and EH contained alkaloids, flavonoids, sesquiterpene lactones, carbohydrates and proteins. ECC also had triterpenes and diterpenes. The CC of *G. ulmifolia* produced several FQ found in the leaves, although phenolic compounds content was smaller than the leaves of the plant. Future investigations should be accomplished in order to identify and increase the amount FQ produced by CC, as well as to evaluate the biological *in vitro* and *in vivo* effect of CC extracts, including the related to DMT2.

Key words: Hypoglycemic, *in vitro* culture, secondary metabolites.

1. Introducción

En México se han reportado más de 300 especies empleadas en la Medicina Tradicional para el tratamiento contra DM, siendo las especies *Opuntia joconostle*, *Cecropia obtusifolia*, *Parmentiera aculeata*, *Tecoma stans* y *Guaizuma ulmifolia* documentadas como las de mayor frecuencia en uso (Esquivel-Gutiérrez *et al.*, 2013). La DM se reportó como la causa de 3.7 millones de muertes para el año 2016 (Altamirano *et al.*, 2015; World Health Organization, 2016); para el año 2017 se declaró que aproximadamente 7.5 millones de personas padecen DM y se estimó que para el año 2045 la cifra habrá aumentado a 9.5 millones de casos (International Diabetes Federation, 2017). La DM es una enfermedad crónica que provoca una condición metabólica conocida como hiperglucemia (Sevilla-Asencio, *et al.*, 2013). Se clasifica generalmente en dos tipos: DMT1 y DMT2. DMT1 requiere de la insulina para su tratamiento ya que las células β -pancreáticas (productoras de insulina) están destruidas. La DMT2 es la forma más frecuente y representa alrededor del 90% del total de casos y requiere de fármacos hipoglucemiantes (sensibilizadores a insulina, biguanidinas e inhibidores de la α -glucosidasa y α -amilasa), combinados con un estilo de vida saludable ya que existe una resistencia a la insulina por los tejidos diana o bien hay una reducción en la producción de insulina (Vincent *et al.*, 2004; Ojo *et al.*, 2018). Sin embargo, los altos índices de la enfermedad y su morbilidad (Sales *et al.*, 2012) sugieren que se requiere investigar nuevos compuestos bioactivos para el tratamiento de DMT2. Los datos en la literatura comprueban que las plantas medicinales o sus extractos, al contener FQ, pueden optimizar el metabolismo de la glucosa y la condición integral de los diabéticos, no sólo por sus efectos hipoglucemiantes sino también al mejorar el perfil lipídico, el estado antioxidante y la función capilar (Esquivel-Gutiérrez *et al.*, 2013). Diversos FQ derivados de plantas actúan como

inhibidores naturales de α -amilasa, de los que se destacan los compuestos fenólicos, tales como los flavonoides, proantocianidinas, taninos, derivados del ácido cinámico (Sales *et al.*, 2012). Mientras que Mata, Cristians, Escandón-Rivera, Juárez-Reyes y Rivero-Cruz (2013) reportan a MS tipo flavonoides, alcaloides, terpenoides y glicósidos de antocianinas como inhibidores de α -glucosidasa. *G. ulmifolia* es un árbol al que se le reconoce su actividad antioxidante, antimicrobiana, antiinflamatoria e hipoglucemiante (Aarland *et al.*, 2015, Alarcon-Aguilar *et al.*, 1998; Alonso-Castro y Salazar-Olivo, 2008). Los extractos acuosos de *G. ulmifolia* (GAE) mostraron el mayor efecto hipoglucemiante en conejos sanos entre 28 plantas evaluadas, las cuales comúnmente son empleadas en México para tratar DM (Alarcon-Aguilar *et al.*, 1998). Ramírez *et al.*, (2012) reportan un efecto inhibitorio significativo del extracto de *G. ulmifolia* sobre α -glucosidasa. Los FQ que se han detectado en *G. ulmifolia* son esteroides, mucílago, aceites esenciales, alcaloides y compuestos fenólicos (flavonoides y taninos) (Aarland *et al.*, 2015; Patel *et al.*, 2012). Los FQ, y particularmente los tipo metabolito secundario (MS) se han relacionado con funciones particulares en las plantas (e.g. defensa contra estrés abiótico y biótico) por lo que su contenido es variable (Wang *et al.*, 2016), y cuando el material vegetal se usa con fines medicinales, puede alterar su potencial curativo. Los CC productores de FQ constituyen una herramienta biotecnológica para el manejo sustentable de los recursos naturales, donde es posible obtener altos rendimientos en la producción de FQ. Un cultivo celular de *G. ulmifolia* ha sido establecido en el Centro de Investigación en Recursos Bióticos de la Universidad Autónoma del Estado de México (información personal proporcionada por los autores), el cual podría producir FQ tipo fenólicos poseedores de actividades biológicas, como la antioxidante (los FQ tipo fenólicos se caracterizan por poseer esta actividad) o hipoglucemiante. Este sistema podría ser una fuente continua y controlable de agentes hipoglucemiantes y antioxidantes, por tanto, podrían coadyuvar al tratamiento de DMT2. El objetivo de esta investigación fue determinar el contenido de fenoles y flavonoides totales, capacidad antioxidante y el perfil fitoquímico de un extracto metanólico obtenido de un cultivo celular de *G. ulmifolia* y compararlo con el de hojas de la especie.

2. Materiales y métodos

Obtención del extracto vegetal. La biomasa de un cultivo celular y el EH fueron donados por el Laboratorio de Cultivos *in vitro* y Fitoquímica (LCIVF) del Centro de Investigación en Recursos Bióticos (CIRB)-Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. El extracto a partir de la biomasa se obtuvo empleando un ultrasonificador con 125 mL de metanol durante 20 min. El extracto se filtró y posteriormente se concentró en un rotaevaporador. *Determinación del CFT.* Este se realizó con base al método de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999), y los resultados fueron expresados en mgEAG/g de extracto; se construyó curva patrón con el estándar de ácido gálico (Sigma Aldrich, U.S.A.) (0.00625 a 0.05 mg/mL; $y = 13.83x - 0.012$, $R^2 = 0.999$). *Determinación del CFVT.* Este se realizó con base al método colorimétrico de cloruro de

aluminio (Chang *et al.*, 2002) y los resultados se expresaron en mgEQ/g de extracto; se construyó curva patrón con el estándar de quercitina (Sigma Aldrich, U.S.A.) (0.003 a 0.01 mg/mL; $y = 10.582x + 0.0025$, $R^2 = 0.98$). *Determinación de AA*. Este se realizó con base al ensayo con 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) (Karadag *et al.*, 2009) y los resultados se expresaron en porcentaje de inhibición por gramo de extracto (%/g). *Análisis fitoquímico*. Ambos extractos fueron sujetos a pruebas fitoquímicas descritas por Bulugahapitiya (2013).

3. Resultados y discusión

El análisis fitoquímico de ECC y EH mostró que ambos contenían alcaloides, flavonoides, lactonas sesquiterpénicas, carbohidratos y proteínas; ECC también produjo triterpenos y diterpenos (Cuadro 1). Se ha reportado que las hojas de *G. ulmifolia* contienen alcaloides, taninos, triterpenos, esteroides, saponinas y glicósidos cardiacos (Kaneria *et al.*, 2009). El resultado de la prueba de flavonoides mostró una coloración más intensa en EH respecto a ECC, el cual fue consistente con el análisis cuantitativo, donde el CFVT fue mayor en EH comparado con ECC (9.86 y 2.94 mgEQ/g, respectivamente), ocurriendo lo mismo para CFT y AA (42.9 y 5.8 mgEAG/g; 45.8 y 5.6%/g, respectivamente). Choi y Hwang (2005) reportaron un CFT en hojas de *G. ulmifolia* de 70.7 mgEAG/g. Kaneria *et al.* (2009) reportan que el extracto metanólico de *G. ulmifolia* tuvo un CFT de 16.6 mg/g, un CFVT de 16.14 mg/g y un IC50 de 655 µg/mL para actividad antioxidante (ensayo DPPH). Comparando los resultados obtenidos en el presente trabajo respecto a dichos trabajos, se demuestra la variabilidad en el contenido de FQ, debido posiblemente a la función particular de los MS (Wang *et al.*, 2016). Aunque la línea celular de *G. ulmifolia* produjo en menor cantidad compuestos fenólicos y actividad antioxidante que las hojas, el cultivo celular puede representar un sistema sustentable para la producción de FQ, ya que es posible controlar factores que intervienen en la síntesis de estos compuestos, por lo que la línea celular podría ser una fuente continua de FQ poseedores de efecto biológico. Magos *et al.* (2008) demostraron que la fracción de procianidina (dosis de 10 mg/Kg) obtenida del extracto de acetona de la corteza de *G. ulmifolia* tuvo un efecto hipotensor y vasorelajante en ratas hipertensas. Kaneria *et al.* (2009) demostraron que el extracto de hoja de *G. ulmifolia* tuvo un efecto antibacteriano contra *Bacillus subtilis* y *Staphylococcus aureus*.

4. Conclusiones

El CC de *G. ulmifolia* produjo varios FQ que también se encuentran en las hojas, aunque el contenido de FQ tipo fenólico y la actividad antioxidante fue menor en CC que el de las hojas de la planta.

Cuadro 1. Análisis fitoquímico cualitativo del extracto metanólico de una línea celular y hojas de *G. ulmifolia*

Tipo de FQ (metabolito secundario o primario)	Resultados		
	Ensayo	ECC	EH
Alcaloides	Dragendorff	+	*
	Wagner	++	+++
Glicósidos	Keller – Killiani	-	*
Triterpenos	Liebermann-Buchard	++	*
Diterpenos	Acetato de cobre	++	*
Taninos	Cloruro férrico	+/-	*
	Gelatina	-	*
Flavonoides	Shinoda	++	*
	Ac. sulfúrico	++	+++
	Acetato de plomo	+	*
Lactonas sesquiterpénicas	Baljet	++	++++
Carbohidratos	Fehling	+++	*
	Benedict	+++	++
Proteínas	Biuret	+	+++
	Ninhidrina	-	-

Los resultados se muestran en: + = poco visible, ++ = visible, +++ = muy notorio, - = ausencia, * = no se realizó el ensayo

Referencias

1. Aarland, R. C., Peralta-Gómez, S., Sánchez, C. M., Parra-Bustamante, F., Villa-Hernández, J. M., León-Sánchez, F. D. D., Pérez-Flores, L. J., Rivera-Cabrera, F. y Mendoza-Espinoza, J. A. (2015). A pharmacological and phytochemical study of medicinal plants used in Mexican folk medicine. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 14(4), 550-557.
2. Alarcon-Aguilar, F. J., Roman-Ramos, R., Perez-Gutierrez, S., Aguilar-Contreras, A., Contreras-Weber, C. C. y Flores-Saenz, J. L. (1998). Study of the anti-hyperglycemic effect of plants used as antidiabetics. *Journal of ethnopharmacology*, 61(2), 101-110. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(98\)00020-8](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(98)00020-8)
3. Alonso-Castro, A. J. y Salazar-Olivo, L. A. (2008). The anti-diabetic properties of *Guaizuma ulmifolia* Lam are mediated by the stimulation of glucose uptake in normal and diabetic adipocytes without inducing adipogenesis. *Journal of Ethnopharmacology*, 118(2), 252-256. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.04.007>
4. Altamirano, L., Silberman, M., Hernández-Montoya, D., Capraro, S., Soto-Estrada, G., García-García, J. J. y Sandoval-Bosh, E. (2015). Diabetes tipo 2 y patrones de alimentación de 1961 a 2009: algunos de sus determinantes sociales en México. *Gaceta Médica de México*, 151(3), 354-368. https://www.anmm.org.mx/GMM/2015/n3/GMM_151_2015_3_354-368.pdf
5. Bulughapitiya, V.P. (2013). Plants Based Natural products. Extraction, Isolation and Phytochemical screening methods. Matara: Indika Graphics.
6. Chang, C. C., Yang, M.H., Wen, H.M. y Chern, J.C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10, 178-182. <https://www.fda.gov.tw/en/publishjfdalistContent.aspx?id=27>

7. Choi, E. M. y Hwang, J. K. (2005). Screening of Indonesian medicinal plants for inhibitor activity on nitric oxide production of RAW264. 7 cells and antioxidant activity. *Fitoterapia*, 76(2), 194-203.
8. Esquivel-Gutiérrez, E. R., Noriega-Cisneros, R., Bello-González, M. A., Saavedra-Molina, A. y Salgado-Garcigla, R. (2013). Plantas utilizadas en la medicina tradicional mexicana con propiedades antidiabéticas y antihipertensivas. *Biológicas Revista De La DES Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo*, 14(1), 45-52. <https://www.researchgate.net/publication/237082244>
9. International Diabetes Federation. (2017). *Atlas de la diabetes de la FID [edición electrónica]*, 8 a ed. Recuperado de http://diabetesatlas.org/IDF_Diabetes_Atlas_8e_interactive_ES/
10. Kaneria, M., Baravalia, Y., Vaghasiya, Y. y Chanda, S. (2009). Determination of antibacterial and antioxidant potential of some medicinal plants from Saurashtra region, India. *Indian journal of pharmaceutical sciences*, 71(4), 406.
11. Karadag, A., Ozcelik, B. y Saner, S. (2009). Review of methods to determine antioxidant capacities. *Food Analytical Methods*, 2, 41-60. DOI:10.1007/s12161-008-9067-7
12. Magos, G. A., Mateos, J. C., Páez, E., Fernández, G., Lobato, C., Márquez, C. y Enríquez, R. G. (2008). Hypotensive and vasorelaxant effects of the procyanidin fraction from *Gnaezuma ulmifolia* bark in normotensive and hypertensive rats. *Journal of ethnopharmacology*, 117(1), 58-68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.01.015>
13. Mata, R., Cristians, S., Escandón-Rivera, S., Juárez-Reyes, K. y Rivero-Cruz, I. (2013) Mexican antidiabetic herbs: valuable sources of inhibitors of α -glucosidases. *Journal of natural products*, 76(3), 468-483.
14. Ojo, O. A., Afon, A. A., Ojo, A. B., Ajiboye, B. O., Oyinloye, B. E. y Kappo, A. P. (2018). Inhibitory effects of solvent-partitioned fractions of two nigerian herbs (*Spondias mombin* linn. and *Mangifera indica* L.) on α -amylase and α -glucosidase. *Antioxidants*, 7(6), 73. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox7060073>
15. Patel, J. G., Aishish, D. D., Patel, A. A. y Patel, N. M. (2012). Ethnomedicinal, Phytochemical and Preclinical Profile of *Guaezuma ulmifolia* Lam. *International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 3(2), 76-78.
16. Ramírez, G., Zavala, M., Pérez, J. y Zamilpa, A. (2012). *In vitro* screening of medicinal plants used in Mexico as antidiabetics with glucosidase and lipase inhibitory activities. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/701261>
17. Sales, P. M., Souza, P. M., Simeoni, L. A., Magalhães, P. O. y Silveira, D. (2012). α -Amylase inhibitors: a review of raw material and isolated compounds from plant source. *Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences*, 15(1), 141-183.
18. Sevilla-Asencio, O. A., Dublán-García, O., Gómez-Oliván, L. M. y López-Martínez, L. X. (2013). Actividad inhibitoria sobre α -glucosidasa y α -amilasa de extractos acuosos de algunas especies utilizados en la cocina mexicana. *Ciencia UAT*, 8(1), 42-47. DOI: <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v8i1.6>
19. Singleton, V. L., Orthofer, R. y Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *MethEnzymol*, 299, 152-178. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
20. Vincent, M. A., Clerk, L. H., Lindner, J. R., Klibanov, A. L., Clark, M. G., Rattigan, S. y Barrett, E. J. (2004). Microvascular recruitment is an early insulin effect that regulates skeletal muscle glucose uptake *in vivo*. *Diabetes*, 53(6), 1418-1423. DOI: <https://doi.org/10.2337/diabetes.53.6.1418>
21. Wang, Y., Shen, Y., Shen, Z., Zhao, L., Ning, D., Jiang, C., Huang, L. (2016). Comparative proteomic analysis of the response to silver ions and yeast extract in *Salvia miltiorrhiza* hairy root cultures. *Plant Physiology and Biochemistry*, 107, 364-373.
22. World Health Organization. (2016). Informe mundial sobre la diabetes. *Resumen de Orientación. World Report on Diabetes, Executive summary*. Recuperado de <http://www.who.int/diabetes/global-report/es/>

Re-Establecimiento De Un Cultivo Celular De *Bryophyllum Daigremontianum*, Productor De Compuestos Fenólicos

Mejía-Sánchez David.¹, Ensastegui-Vázquez Elizabeth¹, Zepeda-Gómez Carmen¹, Burrola-Aguilar Cristina², Estrada-Zúñiga María Elena²

Facultad de Ciencias¹, Centro de Investigación en Recursos Bióticos-Facultad de Ciencias² de la Universidad Autónoma del Estado de México dmejias924@gmail.com

Resumen

El género *Bryophyllum* es un buen modelo de estudio en investigaciones sobre el metabolismo ácido crasuláceo (CAM) y sobre su capacidad regenerativa. Ha tomado gran importancia para otras disciplinas del conocimiento debido a sus propiedades medicinales, que lo reconocen como antiinflamatorio, anti-ulcérico, anti-microbiano, insecticida, anti-cancerígeno, anti-hipertensivo, hepatoprotector, analgésico e inmunomodulador. Dichas propiedades se han relacionado con sus metabolitos secundarios (MS) producidos: triterpenos (e.g. bufadienólidos) y compuestos fenólicos (e.g. flavonoides). Estos últimos presentan un contenido variado en hoja seca entre especies de este género. El cultivo *in vitro* representa una alternativa sobre la producción controlada de MS. En *B. daigremontianum*, un cultivo de células en suspensión produjo algunos MS, entre los que se incluyen los flavonoides. Aún están faltando investigaciones fitoquímicas del cultivo *in vitro* de la especie. En el presente trabajo se re-estableció un cultivo celular a partir de brotes de *B. daigremontianum* en un medio de cultivo Murashige & Skoog adicionado con reguladores de crecimiento vegetal: ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) 0.5 mg/L y 6-bencilaminopurina (BAP) 1 mg/L. Dicho medio de cultivo promovió la dediferenciación y la proliferación de las células. Después de 5 subcultivos, las células fueron extraídas con metanol. El extracto resultante demostró la capacidad del cultivo para producir compuestos fenólicos (1.43±0.12 mg equivalentes de ácido gálico/g). Se deben continuar investigaciones para identificar los compuestos fenólicos producidos.

Palabras Clave: Kalanchoe, metabolitos secundarios, elicitación.

Abstract

The genus *Bryophyllum* is a good study model to research on Crassulacean acid metabolism (CAM) and its regenerative capacity. It has taken great importance for other disciplines of knowledge due to its medicinal properties which recognize its potential as anti-inflammatory, anti-ulcer, anti-microbial, insecticide, anti-carcinogenic, anti-hypertensive, hepatoprotective, analgesic and immunomodulatory. These properties have been related to the secondary metabolites (SM) produced: triterpenes (e.g. bufadienolides) and phenolic compounds (e.g. flavonoids). The latter has been found on different contents among dry leaves from species of this genus. The *in vitro* culture represents an alternative to produce SM as a controlled system. In *B. daigremontianum*, a cell suspension culture produced some SM, including flavonoids, although phytochemical investigations are still lacking. In the present work a cell culture from *B.*

daigremontanium shoots was re-established in Murashige & Skoog culture medium added with plant growth regulators: 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) 0.5 mg/L and 6-benzylaminopurine (BAP) 1 mg/L. This culture medium promoted the de-differentiation and proliferation of the cells. After 5 subcultures, the cells were extracted with methanol. The resulting extract demonstrated the ability of the culture to produce phenolic compounds (1.43 ± 0.12 mg gallic acid equivalents/g). Researching works should continue to identify the phenolic compounds produced.

Key words: Kalanchoe, secondary metabolites, elicitation.

1. Introducción

El género *Bryophyllum* es un buen modelo de estudio en investigaciones sobre el metabolismo ácido crasuláceo (CAM) y sobre su capacidad regenerativa. Se distingue por sus órganos florales que constan de cuatro sépalos, cuatro pétalos, cuatro carpelos sin condensar y ocho estambres. Ha tomado gran importancia para otras disciplinas del conocimiento debido a sus usos medicinales que se han relacionado con el tipo de metabolitos secundarios (MS) producidos, tales como triterpenos, bufadienólidos y compuestos fenólicos como los flavonoides (Mejía-Sánchez, Trejo-Hurtado, Vences-Contreras, Cruz-Sosa y Estrada-Zúñiga, 2016). Se reconocen actividades biológicas para este género, que se describen como: anti-fúngica, antiinflamatoria, anti-ulcérica, anti-microbiana, insecticida, anti-cancerígena, anti-hipertensivo, hepatoprotectiva, analgésica, inmunomoduladora y con efectos en desórdenes asociados al sistema nervioso central (Mejía-Sánchez *et al.*, 2016). En particular, los compuestos fenólicos, los cuales se caracterizan por la presencia de al menos un anillo aromático hidroxilado, les confiere varias de dichas actividades biológicas. La clasificación de los compuestos fenólicos se basa en su estructura, y consiste en: fenoles simples C₆, ácidos fenólicos C₆-C₁ o C₆-C₃, taninos (C₆-C₃-C₆)_n y flavonoides (C₆-C₃-C₆) (Chomel *et al.*, 2016; Kabera, Semana, Mussa y He, 2014). Estos últimos son reconocidos por su propiedad antioxidante, antiinflamatoria, antimicrobiana, entre otras. En las plantas, pueden actuar como atrayentes o elementos disuasivos de otros organismos, protectores contra plagas de insectos al afectar su comportamiento, crecimiento y desarrollo (Chomel *et al.*, 2016). Los reportes en la literatura muestran que el contenido de compuestos fenólicos entre especies pertenecientes a este género es variado. En *Bryophyllum gastonis bonnierise* se reportan 20 mg equivalente de ácido gálico (mg EAG)/g de hoja seca (Romero-Calbache, 2017); en *Bryophyllum pinnata* Lam. (Pers.) se reportan 56.35 mg EAG/g hoja seca (Torres-Molina, 2017); en *B. daigremontianum* se reportan 4.96 mg EAG/g hoja seca (Sharker, 2013). Esta última especie es una planta usada tradicionalmente para tratar quemaduras, úlceras gástricas, reumatismo, tos y fiebre (Anisimov, Gerasimenko, Chaikina y Serebryakov, 2009), siendo algunos de dichos usos atribuidos a compuestos fenólicos, carotenoides, polisacáridos y bufadienólidos. Dada la importancia de *B. daigremontianum*, algunos cultivos *in vitro* (callo o células en suspensión) se han establecido (Anisimov *et al.*, 2009). El cultivo *in vitro* es una herramienta biotecnológica que representa una alternativa para la producción de MS producidos por plantas bajo condiciones nutricionales y ambientales controladas (Mroginski, Sansberro y Flaschland, 2010). En un cultivo

de células en suspensión de *B. daigremontanium* se realizó un análisis fitoquímico, identificándose ácido usólico (compuesto triterpénico pentacíclico), β -sitosterol (fitoesterol) y flavonoides (López, 2011; Pérez, 2015). Sin embargo, aún están faltando mayores reportes sobre cultivo *in vitro* de la especie, encaminados a determinar y/o identificar otros tipos de MS bioactivos, por lo que en el presente trabajo se re-estableció un cultivo celular de *B. daigremontanium* al que se le determinó su capacidad para producir compuestos fenólicos totales.

2. Materiales y métodos

El procedimiento que se desarrolló para re-establecer y proliferar el cultivo de células en suspensión se basó en el trabajo descrito Mejía-Sánchez *et al.*, (2016). Brevemente, brotes de *B. daigremontanium* fueron cultivados en medio de cultivo Murashige & Skoog suplementado con 2,4-D 0.5 mg/L y BAP 1 mg/L. Dicha formulación de medio de cultivo también fue empleada para realizar 5 subcultivos. Todo los cultivos fueron incubados en luz fluorescente blanca a 16hrs luz/ 8hrs oscuridad a $25\pm 2^\circ\text{C}$ y 110 rpm; al día 16 del último subcultivo se recolectaron las células mediante filtración al vacío. La biomasa filtrada se secó en estufa a 60°C durante 48 horas, se pesó y extrajo con metanol (MeOH) (Sigma Aldrich) (1g de biomasa seca/L de MeOH) por 20 min en un ultrasonificador (SSLA-950W). Los extractos se filtraron y posteriormente se concentraron en un rotaevaporador (Buchi). El extracto concentrado se empleó para analizar el contenido de fenoles totales (CFT) por el ensayo Folin-Ciocalteu. Se realizó una curva calibración utilizando una disolución estándar de ácido gálico (0.1 mg/mL), la cual fue diluida para obtener concentraciones de 0.05, 0.025, 0.0125 y 0.00625 mg/mL. En términos generales, el ensayo consistió en mezclar 1.87mL de agua destilada, 0.125 mL del reactivo Folin-Ciocalteu y 0.25 mL de muestra (extracto/disolución de ácido gálico/MeOH), seguido de incubación por 10 min. Posteriormente se agregaron 0.25mL de solución de carbonato de sodio (20g/100mL), se mezcló y se incubó por 30 minutos. Finalmente, se midió la absorbancia de las muestras en un espectrofotómetro (Thermo Scientific Evolution 60S) operado a 765 nm. Los resultados fueron expresados en mg EAG/g Biomasa seca. Los experimentos fueron realizados por triplicado.

3. Resultados y discusión

Se logró re-establecer un cultivo de células en suspensión de *B. daigremontanium* (Figura 1 a,b) acorde a la metodología descrita por Mejía-Sánchez *et al.*, (2016). Asimismo, se corroboró que el cultivo celular establecido fue capaz de producir compuestos fenólicos (Figura 1c), cuya producción fue de 1.43 ± 0.12 mg EAG/g. En cultivos de callo de *B. pinnata* Lam. (Pers.) se reportó que a medida que transcurre el tiempo del cultivo, el contenido de fenoles totales va decreciendo, presentando una concentración de 0,59 mg EAG/g callo fresco a los 42 días, 0,57 mg EAG/g callo fresco a los 55 días, 0,33 mg EAG /g callo fresco a los 150 días y 0,21 mg EAG/g callo fresco a los 300 días (Romero-Calbache, 2017). El CFT del cultivo celular de *B. daigremontanium* fue mayor al reportado en cultivos de callo de *B. pinnata*. En cultivos celulares de

B. daigremontanium se observó que la producción de flavonoides se asoció a la fase exponencial de crecimiento (López, 2011; Pérez, 2015). Se ha reportado que la producción de compuestos fenólicos puede ser mayor en cultivos de órganos respecto a los celulares (Nieto-Trujillo *et al.*, 2017). En *B. pinnata* se reportaron 32,34 mg EAG/g hoja seca obtenida cultivo *in vitro*. Se deben continuar investigaciones para conocer los compuestos fenólicos producidos, así como elicitar para incrementar su producción, realizar cinética de crecimiento y analizar otro tipo de MS producidos por el cultivo celular.

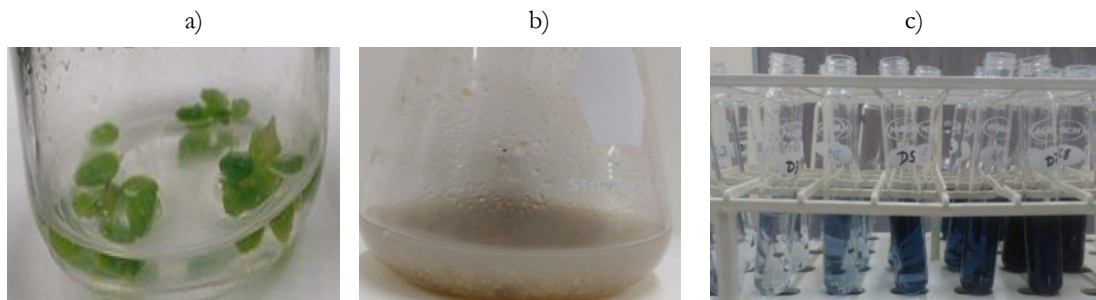


Figura 1. Re-establecimiento de cultivo de células en suspensión de *B. daigremontanium*, productores de compuestos fenólicos. a) explantes cultivados en medio de cultivo formulado para inducir desdiferenciación; b) cultivos de células en suspensión en proliferación, c) extractos metanólicos sometidos a ensayo Folin-Ciocalteu

4. Conclusiones

Se re-estableció un cultivo celular de *B. daigremontanium* a partir de brotes cultivados en medio de cultivo Murashige & Skoog adicionado de 2,4-D 0.5 mg/L y BAP 1 mg/L, el cual fue capaz de producir compuestos fenólicos (1.43 ± 0.12 mgEAG/g).

Referencias

1. Anisimov, M. M., Gerasimenko, N. I., Chaikina, E. L. y Serebryakov, Y. M., (2009). Biological activity of metabolites of the herb *Kalanchoe daigremontania*. *Biology Bulletin*. 36, 568-574.
2. Chomel, M., Guittonny-Larcheveque, M., Fernandez, C., Gallet, C., DesRochers, A., Paré, D. y Baldy, V. (2016). Plant secondary metabolites: a key driver of litter decomposition and soil nutrient cycling. *Journal of Ecology*. 104(6), 1527-1541.
3. Kabera, J., Semana, E., Mussa, A.R. y He, X. (2014). Plant secondary metabolites: Biosynthesis, classification, function and pharmacological classification, Function and pharmacological properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2, 377-392.
4. López, D. (2011). Análisis del RNA del gen que codifica para la enzima escualeno sintasa (sq5) en cultivo de células de *Kalanchoe daigremontiana*. (Tesis de maestría). Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/13343>

5. Mejía-Sánchez, D., Trejo-Hurtado, C.M., Vences-Contreras, C., Cruz-Sosa, F. y Estrada-Zúñiga ME. (marzo, 2016). Efecto de 2,4-D y BA en Brotes de hoja de *Bryophyllum daigremontianum* para la Obtención de Cultivos in vitro. Trabajo presentado en el XXXVII encuentro Nacional de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química "AMIDIQ". Puerto Vallarta, Jalisco.
6. Mroginski, L., Sansberro, P. y Flaschland, E.. (2010). Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales, Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. Argentina, INTA.
7. Nieto-Trujillo, A., & Buendía-González, L., & García-Morales, C., & Román-Guerrero, A., & Cruz-Sosa, F., & Estrada-Zúñiga, M. (2017). PHENOLIC COMPOUNDS AND PARTHENOLIDE PRODUCTION FROM in vitro CULTURES OF *Tanacetum parthenium*. Revista Mexicana de Ingeniería Química, 16 (2), 371-383.
8. Pérez, M. N. (2015). *Perfil Fitoquímico de cultivos en suspensión de Kalanchoe daigremontiana*. (Tesis de maestría). Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/14861>
9. Romero-Calbache D. (2017). Establecimiento de un protocolo de calogénesis in vitro a partir de explantes de hoja de dulcamara (*Kalanchoe gastonis bonnierii* Raym.-Hamet & H.Perrier) para posterior determinación de contenido de fenoles y carácter antioxidante. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/13464>
10. Sharker, S.M., Khalid-Hossain, Md., Haque, M., Hamidul-Kabir, A.N.M., Hasan, C. y Rashid, M. A. (2013). Phytochemical and Pharmacological Studies of *Bryophyllum daigremontianum* (Raym.). *American Journal of Pharm Tech Research*. 3(3), 484-492.
11. Torres-Molina, J. (2017). Obtención de callo in vitro a partir de explantes de hoja del aire (*Kalanchoe pinnata*) y su posterior determinación del contenido de fenoles y capacidad antioxidante. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/13375>.

Evaluación De Agentes Desinfectantes Para El Establecimiento *In Vitro* De Yemas Axilares De Bambú Nativo *Guadua Aculeata*

Bermúdez Guzmán Manuel De Jesús¹, Orozco Gutiérrez Gabriela¹, Ríos Velasco Rafael¹, Michel López Claudia Yared², Orozco Santos Mario¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Tecomán

²Instituto de Ciencias Agrícolas-Universidad Autónoma de Baja California. michelc@uabc.edu.mx

Resumen

El bambú es uno de los recursos naturales más importantes en la actualidad debido a sus excelentes propiedades mecánicas que le permiten ser empleado para la construcción de viviendas y artesanías. La propagación masiva de bambú en condiciones de campo se ve afectada por largos periodos de florecimiento y por la poca disponibilidad de material vegetal, por lo que se puede hacer uso de la micropropagación. Por otra parte, la contaminación por hongos fitopatógenos y bacterias constituyen la principal limitante para el establecimiento *in vitro* de diversas especies de bambú. El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes combinaciones y concentraciones de agentes desinfectantes para el establecimiento *in vitro* de yemas axilares de *G. aculeata*. Los explantes fueron tratados con fungicidas y bactericidas en condiciones de campo. Posteriormente en condiciones de laboratorio fueron tratados con 1.5, 3, 5 y 10% de NaOC. Finalmente, se sembraron en medio de cultivo MS suplementado con 1, 2, 5 y 10 mL/L de PPT. Los resultados indicaron que con el uso de NaOCl al 3% y 1-2 mL/L de PPM se obtiene hasta un 83% de sobrevivencia de los explantes. En contraste, las tasas de sobrevivencia más bajas (17%) se registraron en los tratamientos que usaron 1.5% de NaOCl y a cualquier concentración de PPT, exceptuando el tratamiento 2 que fue de 33% la sobrevivencia.

Palabras Clave: micropropagación, bambú, desinfección.

Abstract

Bamboo is one of the most important natural resources at present due to its excellent mechanical properties that allow it to be used for the construction of houses and crafts. The massive propagation of bamboo in field conditions is affected by long periods of flowering and by low availability of plant material, so that micropropagation can be used. On the other hand, contamination by phytopathogenic fungi and bacteria constitute the main limiting factor for the *in vitro* establishment of several bamboo species. The objective of this work was to evaluate different combinations and concentrations of disinfectant agents for the *in vitro* establishment of axillary buds of *G. aculeata*. The explants were treated with fungicides and bactericides under field conditions. Subsequently, under laboratory conditions, they were treated with 1.5, 3, 5 and 10% of NaOC. Finally, they were seeded in MS culture medium supplemented with 1, 2, 5 and 10 mL / L of PPT. The results indicated that with the use of 3% NaOCl and 1-2 mL / L of PPM, up to 83% survival of the explants is obtained. In contrast, the lowest survival rates (17%)

were recorded in treatments that used 1.5% NaOCl and at any concentration of PPT, except for treatment 2, which was 33% survival.

Key words: micropropagation, bamboo, disinfection.

1. Introducción

El género *Guadua* esta formado por bambús que se clasifican dentro de la familia de las *Poáceas*, subfamilia *Bambusoideae* y subtribu *guaduinae*. México cuenta con siete especies que son *Guadua aculeata*, *G. amplexifolia*, *G. paniculata*, *G. inermis*, *G. longifolia*, *G. tuxtlenensis* y *G. velutina* (Cedeño e Irigoyen, 2011; Ruiz-Sánchez, Clark, Londoño, Mejía-Saulés y Cortés, 2015). La especie *G. aculeata* también conocida como “tarro” puede llegar a medir hasta 25 m de alto y es utilizada como sombra o cerca viva y su culmo en la construcción de viviendas y elaboración de muebles y artesanías debido a sus propiedades físicas, mecánicas y geométricas (Cedeño e Irigoyen, 2011; Zaragoza-Hernández, Borja, Zamudio, Ordóñez-Candelaria y Bárcenas-Pazos, 2014). Uno de los principales obstáculos para el establecimiento *in vitro* de cualquier especie vegetal lo constituye la etapa de iniciación, debido a la presencia de microorganismos tales como hongos y bacterias y a la secreción de compuestos fenólicos del explante; estos factores ocasionan la disminución de la tasa de sobrevivencia de los explantes. En el caso del bambú resulta un problema recurrente la contaminación ocasionada por hongos principalmente. En México, la propagación de bambú *Guadua* normalmente se lleva a cabo por separación de chusquines, sin embargo, no se han utilizado herramientas biotecnológicas para la micropropagación de ninguna de las especies nativas de bambú *Guadua* en nuestro país. El objetivo del presente trabajo fue evaluar distintas concentraciones de agentes desinfectantes para el establecimiento de yemas axilares de *G. aculeata* en condiciones *in vitro*. En el caso de la regeneración de plantas por organogénesis este sistema ha demostrado ser un método eficiente incluso a escala comercial para favorecer la propagación de varias especies de bambú. Lo anterior permitirá obtener plántulas completas que se puedan utilizar para la conservación de germoplasma vegetal a corto, mediano y largo plazo.

2. Materiales y métodos

Las yemas axilares de *G. aculeata* se obtuvieron del campo experimental INIFAP ubicado en Tecomán, Colima. El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de biotecnología de plantas del mismo instituto. Para la desinfección de yemas, estas fueron tratadas previamente y en condiciones de campo con agente antifúngico benomilo (2 g/L) y bactericida estreptomycin (2 g/L) tres veces a la semana durante 1 mes. Se seleccionaron yemas axilares de bambú de aproximadamente 3 cm de largo, las cuales fueron lavadas con agua corriente y jabón líquido, el tratamiento pre desinfección incluyó solución alcalina de Extran® MA 01 (0.05% v/v) por 10 min y agente antifúngico y bactericida estreptomycin a 2 g/L c/u por 10 min. Posteriormente se llevaron a cabo los tratamientos de desinfección con NaOCl (1.5, 3, 5 y 10% v/v) por 10 min,

finalmente en campana de flujo laminar los explantes fueron lavados con agua destilada estéril 3 veces.

La composición del medio de cultivo utilizado fue Murashige y Skoog (1962) adicionado con 30 g/L de sacarosa. Al medio se le adiciono "Plant Preservative Mixture" (PPM) (1, 2, 5 y 10 mL/L), el pH fue ajustado a 5.7 y solidificado con 2 g/L de gelrite. El medio nutritivo se distribuyó en tubos de ensayo de 60 mL conteniendo 5 mL de medio nutritivo, estos se esterizaron en autoclave por 15 minutos a una presión de 16 lb/pulg² y a temperatura de 121 °C. Los explantes fueron incubados en oscuridad a 28 °C durante dos semanas, finalmente fueron incubados con un fotoperiodo de luz natural para su desarrollo. La unidad experimental consistió de un tubo con un explante y se realizó un arreglo factorial 4x4 para determinar los 16 tratamientos a realizar, los cuales tuvieron 6 repeticiones cada uno; los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva.

3. Resultados y discusión

El efecto de los agentes desinfectantes NaOCl y PPM sobre explantes de *G. aculeata* establecidos *in vitro* se observa en el Cuadro 1. La contaminación de los explantes se observó dentro de los primeros 15 días en la mayoría de los tratamientos. Elevadas concentraciones de NaClO favorecieron la disminución del porcentaje de contaminación, sin embargo, en estos tratamientos la oxidación de los explantes aumento y los porcentajes de sobrevivencia fueron de 33-50%. Lo anterior probablemente se deba a que la elevada concentración de NaOCl (10%) y el prolongado tiempo de desinfección en esta solución (10 min) ocasionaron que los explantes se quemaran con el cloro y se murieran. Por otra parte, el mayor porcentaje de sobrevivencia (83%) se observó en los tratamientos con 3% de NaClO con 1 y 2 mL/L de PPM en el medio nutritivo. Las tasas de sobrevivencia más bajas se registraron en los tratamientos que usaron 1.5% de NaOCl y a cualquier concentración de PPT, exceptuando el tratamiento 2 que fue de 33% la sobrevivencia.

La metodología empleada para la desinfección de las yemas se basó en el método empleado por Jiménez, Castillo, Tavares, Guevara y Montiel (2006) con algunas modificaciones en las concentraciones de los componentes. Estos autores utilizaron para el establecimiento *in vitro* de bambú yemas de *G. angustifolia* y obtuvieron porcentajes de contaminación por arriba del 50%. Marulanda, Gutiérrez y Márquez (2006), utilizando la misma especie, *G. angustifolia*, obtuvieron de 52-74% de yemas establecidas al tratarlas con cloruro de mercurio (HgCl₂) al 0.3% durante 5 y 10 minutos respectivamente, sin embargo, en el presente trabajo no se hizo uso del HgCl₂ debido a su elevada toxicidad en la salud humana. En el presente trabajo el desarrollo de los explantes se observó a los seis días después de la iniciación del cultivo (Figura 1 A) y a los 25 días el desarrollo de hojas (Figura 1 B) y en algunos casos se observó el desarrollo de brotes laterales (Figura 1 C). Estos resultados son similares a los reportados por Jiménez *et al.*, (2006) en *G.*

angustifolia, donde a los siete días observaron el crecimiento de yemas y a los 22 días desarrollo de hojas.

Cuadro 1. Porcentajes de contaminación, oxidación y sobrevivencia de explantes de *G. aculeata* tratados con diferentes combinaciones de agentes desinfectantes después de 15 días

Tratamiento	Agentes desinfectantes		Contaminación (%)	Oxidación (%)	Sobrevivencia (%)
	NaClO	PPM (mL/L)			
1	2 %	1	50	33	17
2	2 %	2	50	17	33
3	2 %	5	33	50	17
4	2 %	10	50	33	17
5	3 %	1	17	0	83
6	3 %	2	17	0	83
7	3 %	5	33	33	33
8	3 %	10	17	67	17
9	5 %	1	50	17	33
10	5 %	2	33	17	50
11	5 %	5	67	33	0
12	5 %	10	0	33	67
13	10 %	1	33	33	33
14	10 %	2	17	33	50
15	10 %	5	0	50	50
16	10 %	10	0	67	33

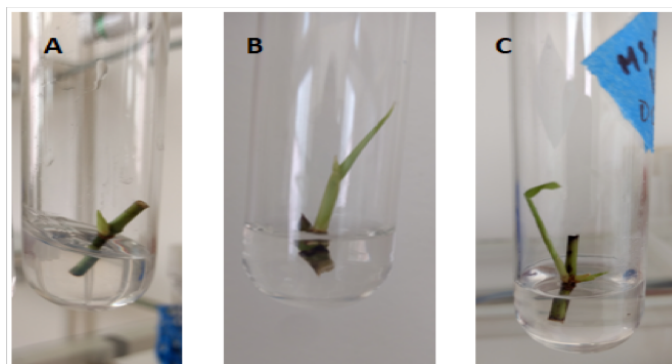


Figura 1. Etapas de desarrollo de *G. aculeata* establecidas *in vitro*.

(A) desarrollo de la yema axilar (7 días después de iniciar el cultivo). (B) Desarrollo de las primeras hojas y (C) desarrollo de brotes laterales (25 días después de iniciar el cultivo)

4. Conclusiones

Los mejores tratamientos para el establecimiento *in vitro* de yemas de *G aculeata* fueron el 5 y el 6, con los cuales se lograron porcentajes de sobrevivencia del 83%; además en estos mismos dos tratamiento no se observó oxidación de los explantes. La exposición a altas concentraciones de cloro y tiempo prolongado reducen significativamente la contaminación en los primeros días del establecimiento *in vitro*, sin embargo, también causaron la muerte de los explantes.

Referencias

- 1.Cedeño Valdiviezo, A. e Irigoyen Castillo, J. (2011). El bambú en México. USJT Arq. Urb 6, 223-243.
- 2.Jiménez, V. M., Castillo, J., Tavares, E., Guevara, E., y Montiel, M. (2006). *In vitro* propagation of the neotropical giant bamboo, *Guadua angustifolia* Kunth, through axillary shoot proliferation. Plant Cell Tiss Organ Cult 86, 389-395.
- 3.Marulanda, M. L., Gutiérrez, L.G., y Márquez, M. P. (2006). Micropropagación de *Guadua angustifolia* Kunth. Actual Biology, 27(82), 5-15.
- 4.Murashige, T. y Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. Physiologia Plantarum. 15, 473-497.
- 5.Ruiz-Sánchez, E., Clark, L. G., Londoño, X., Mejía-Saulés, T., y Cortés R. G. (2015). Morphological keys to the genera and species of bamboos (Poaceae: Bambusoideae) of Mexico. Phytotaxa, 236 (1) 1-24.
- 6.Zaragoza-Hernández, I., Borja, R. A, Zamudio, S. J., Ordóñez-Candelaria, V. R., y Bárcenas-Pazos, G. M. (2014). Anatomía del culmo de bambú (*Guadua aculeata* Rupr). Madera y Bosques. 20(3) 87-96.

Evaluación De La Supresión De Fusariosis En Maíz Por La Actividad Antagónica De *Burkholderia Cenocepacia* MSR2

Mojica-Martínez J. A.¹, Barrera-Galicia G. C.², Covarrubias S. A.², Peña-Cabriales J. J.²

¹Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León. UNAM j_cm_247@hotmail.com

²Laboratorio de Microbiología Ambiental, Departamento de Biotecnología y Bioquímica. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN. Cinvestav, Unidad Irapuato¹

Resumen

Fusarium es un género de hongos cosmopolita, que se encuentra distribuido en la mayoría de los suelos de zonas maiceras de México, el cual causa daños importantes en cualquier etapa fenológica de los cultivos. Debido a las crecientes pérdidas económicas ocasionadas por este hongo fitopatógeno es de vital importancia crear estrategias para su control en éste y otros agroecosistemas. En el presente trabajo se estudió la capacidad de supresión de la fusariosis en maíz mediada por las bacterias *Burkholderia cenocepacia* MSR2 y *Paraburkholderia soli* FB-2Ma17, productoras de sideróforos. Con una producción de sideróforos de 385.83 µM de DFOM, mediante ensayos *in vitro* se determinó que *B. cenocepacia* MSR2 presentó la mayor capacidad inhibitoria del crecimiento de *F. oxysporum* en un 47.34% comparado con el control. Los tratamientos en ensayos de invernadero inoculados con *B. cenocepacia* MSR2 mostraron plantas más altas inclusive al comparar tratamientos con fungicida comercial.

Palabras Clave: Control biológico, hongos fitopatógenos, sideróforos.

Abstract

Fusarium is a genus of cosmopolitan fungi, which is distributed in most of the soils of Mexico's maize producing areas, which causes significant damage stage at any crops phenological stage. Due to the increasing economic losses caused by this phytopathogenic fungus, it is vital to create strategies for its control in this agroecosystems and in others. In the present study the maize Fusarium wilt suppressive capacity mediated by the producing siderophores bacteria *Burkholderia cenocepacia* MSR2 and *Paraburkholderia soli* FB-2Ma17 was studied. By *in vitro* tests it was determined that *B. cenocepacia* MSR2 had the highest growth inhibitory capacity of *F. oxysporum* (47.34%) compared to the control, producing 385.83 µM DFOM of siderophores. The treatments in greenhouse tests inoculated with *B. cenocepacia* MSR2 showed higher plants even when comparing treatments with commercial fungicide.

Key words: Biological control, phytopathogenic fungi, siderophores.

1. Introducción

Dentro de los hongos del género *Fusarium*, se encuentran muchos patógenos de plantas de importancia agrícola, de cultivos ornamentales y sistemas naturales. Las diferentes especies de

Fusarium en conjunto ocasionan enfermedades caracterizadas por marchitez, tizones y pudriciones radiculares (Villa Martínez, *et al.*, 2012). El tratamiento tradicional para combatir las enfermedades causadas por hongos fitopatógenos consiste en la aplicación de agroquímicos, los cuales a pesar de su efectividad, también representan un posible riesgo para la salud y el medio ambiente, debido principalmente a su acumulación en sistemas biológicos y la persistencia de algunos de sus componentes (Villa-Martínez *et al.*, 2014).

En este sentido, una alternativa al uso de agroquímicos consiste en el empleo de bacterias benéficas con capacidad antagonica para el crecimiento de hongos fitopatógenos. Al respecto, se ha reportado la utilización de la cepa *Burkholderia* MCI 7 como revestimiento de semillas de maíz, observando un efecto positivo en el crecimiento de las plantas inoculadas con *Burkholderia*, creciendo en suelos infestados por *Fusarium moniliforme* (Bevivino, Dalmastrì, Tabacchioni, Chiarini, 2000). En México, específicamente en el estado de Sinaloa, se han realizado estudios donde se evalúa el potencial de cepas aisladas de la rizosfera de maíz para controlar el crecimiento de *F. verticillioides*, encontrando resultados positivos al recubrir las semillas de maíz con bacterias del género *Bacillus* (Maldonado I, 2012). Sin embargo, no hay estudios que realicen una inoculación directa de bacterias en el suelo para controlar el crecimiento de *Fusarium*. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de bacterias del género *Burkholderia* en la supresión de fusariosis en maíz, evaluando la actividad antagonica contra *F. oxysporum* ATTC 62941 de dos bacterias productoras de sideróforos, *Burkholderia cenocepacia* MSR2 (MSR2) y *Paraburkholderia soli* FB-2Ma17 (FB-2Ma17) en ensayos *in vitro* e inoculando directamente las bacterias en mezcla general de suelo bajo condiciones de invernadero.

2. Materiales y métodos

Las bacterias *Burkholderia cenocepacia* MSR2 y *Paraburkholderia soli* sp. FB-2Ma17 fueron obtenidas del cepario del Laboratorio de Microbiología Ambiental de Cinvestav, Unidad Irapuato, previamente caracterizadas y determinando su capacidad para producir sideróforos.

Ensayos de confrontación *in vitro*. En medio Papa Dextrosa Agar (PDA) por triplicado, se inoculó la bacteria MSR2 en un extremo de la caja y en el otro, se sembró *F. oxysporum* ATTC 62941. De igual manera se repitió el procedimiento para la cepa FB-2Ma17. Se monitoreó el crecimiento del hongo a las 24h, repitiendo la observación cada 48h durante 15 días.

Ensayos en invernadero. Se realizaron 8 tratamientos con 5 réplicas cada uno, utilizando mezcla general de suelo estéril. Los controles consistieron en suelo sin la presencia de *F. oxysporum* ATTC 62941. Para los tratamientos, el suelo fue mezclado con maíz quebrado inoculado con *F. oxysporum* ATTC 62941 en una proporción 250g/kg de suelo. Semillas de maíz Santa María de la comunidad de San Bernardo, Mpio. Pénjamo, Gto fueron esterilizadas y germinadas durante 3 días y luego trasplantadas en el suelo. El mismo día se inocularon las bacterias en el suelo, a una concentración de 1×10^{-3} , haciendo una re-inoculación a los 7 días después del trasplante (ddt). El Captán se agregó a una concentración de 2g/L para los

tratamientos con Captán. Las plantas se regaron cada 3 días aproximadamente y se monitoreó el crecimiento y la severidad de la enfermedad durante 28 ddt.

Cuadro 1. Diseño experimental del ensayo en invernadero

Tratamientos			
Control (Ctrl)	MSR2 (MSR2)	F. oxysporum (F. oxy)	F. oxysporum + MSR2 (F. oxy + M)
FB-2Ma17 (FB-2Ma17)	Captán (Captán)	F. oxysporum + FB-2M17 (F. oxy + F)	F. oxysporum + Captán (F. oxy + C)

3. Resultados y discusión

Los resultados en CAS líquido indican que a las 72h MSR2 produce $385.83 \pm 0.03 \mu\text{M}$ DFOM mientras que FB-2Ma17 produce $447.46 \pm 0.01 \mu\text{M}$ DFOM. Sin embargo, los ensayos de confrontación *in vitro* muestran que MSR2 tiene una mayor capacidad de inhibir el crecimiento de *F. oxysporum* luego de 11 días, con un porcentaje de inhibición de $47.34\% \pm 6.07$ comparado con $18.10\% \pm 5.22$ de FB-2Ma17. Lo que sugiere que el efecto de inhibición sea dependiente del tipo de sideróforo y no de la concentración del mismo.

Al probar las cepas bacterianas en ensayos de invernadero, se puede observar (Figura 1) que los controles tuvieron una tendencia muy similar de crecimiento, llegando a una altura de alrededor de 60 cm mientras que los tratamientos con *F. oxysporum* tuvieron comportamientos variados. El tratamiento con F. oxy tuvo un crecimiento de 10.8 cm mientras que F. oxy + MSR2 alcanzó 69.15 cm, siendo el de mayor altura. En la Figura 2 que se observan diferencias de longitud en la parte aérea de F. oxy + MSR2 y F. oxy + FB-2Ma17 comparado con los controles.

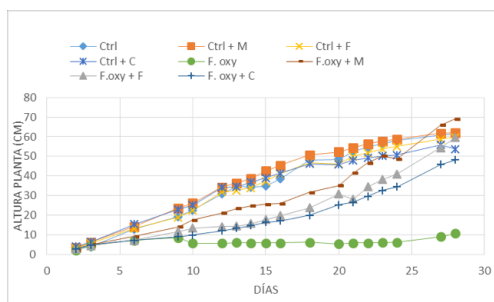


Figura 1. Evaluación en el tiempo del crecimiento de las plantas de maíz sometidas a diferentes tratamientos. Cada punto representa el promedio de 5 réplicas

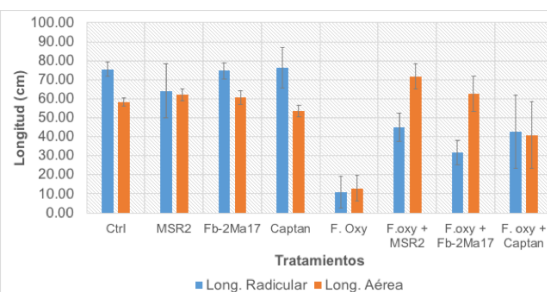


Figura 2. Longitud (cm) de la parte aérea y radicular de plantas de maíz después de 28 ddt

Las plantas F. oxy + MSR2 tuvieron una menor presencia de síntomas ocasionados por *Fusarium*, inclusive comparado con el tratamiento del fungicida comercial (Captán 50).

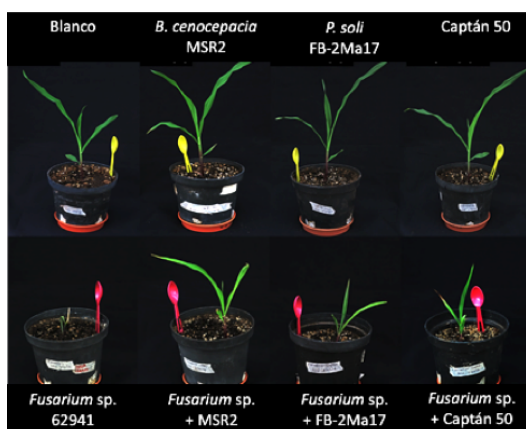


Figura 3. Plantas de maíz después de 22 ddt

4. Conclusiones

Bajo condiciones *in vitro*, *B. cenocepacia* MSR2 mostró la mayor inhibición en el crecimiento de *F. oxysporum*, la misma tendencia se observó en invernadero donde el tratamiento inoculado con *B. cenocepacia* MSR2 no mostró síntomas de enfermedad causados por *F. oxysporum* en comparación incluso del tratamiento con fungicida comercial. Se sugiere la producción de sideróforos como uno de los mecanismos responsables de la supresión de *Fusarium*.

Referencias

1. Bevivino, A., Dalmastrì, C., Tabacchioni, S., y Chiarini, L. (2000). Efficacy of *Burkholderia cepacia* MCI 7 in disease suppression and growth promotion of maize. *Biology and Fertility of Soils*, 31(3–4), 225–231. <https://doi.org/10.1007/s003740050649>
2. Maldonado, I. (octubre, 2012). Avances en el control biológico de la fusariosis del maíz en Sinaloa, México. Trabajo presentado en el VIII Encuentro Nacional de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional, Durango, Durango.
3. Villa-Martínez, A., Pérez-Leal, R., Morales-Morales, H. A., Basurto-Sotelo, M., Soto-Parra, J. M., y Martínez-Escudero, E. (2014). Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Acta Agronómica*, 64(2), 194–205. <https://doi.org/10.15446/acag.v64n2.43358>.

Tolerancia A Estrés Hídrico Bajo Condiciones *In Vitro* De Selecciones De *Vitis Vinifera*

Pérez-Luna Adriana Isabel, Salas-Arce Andrea Ivonne, Martínez-Díaz Gerardo, Valdez-Gascón Benjamín Y Vieira De Figueiredo Fernando Afonso

¹INIFAP. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Pascual Encinas Félix, No 21. Col. La Manga C.P. 83220. Hermosillo, Sonora. perez.adriana@inifap.gob.mx

Resumen

El cultivo de la vid es uno de los más rentables en el estado de Sonora, es productor de prácticamente el 80% de la producción nacional. Este cultivo es de gran importancia económica, debido a que más de 85% de la producción está destinada a la exportación. Sin embargo, uno de los grandes problemas que tiene la producción de frutales en el noroeste es la baja disponibilidad de agua, la cual se ve amenazada a aumentar por efecto del cambio climático. Debido a ello se planteó como objetivo el desarrollar un protocolo para la selección de materiales resistentes a estrés hídrico bajo condiciones *in vitro*. Para ello se establecieron segmentos nodales en un medio MS suplementado con polietilenglicol (sustancia que reduce la disponibilidad de agua en el medio del cultivo) y se seleccionaron por medio de sobrevivencia aquellos materiales que fueron capaz de desarrollarse bajo esas condiciones.

Palabras Clave: *Vitis vinifera*, polietilenglicol, estrés hídrico.

1. Introducción

El cultivo de la vid (*Vitis vinifera* L.) es uno de los más rentables y actualmente se explota en una superficie de casi 29 mil hectáreas en México, en las cuales se obtiene una producción de 374 mil toneladas con un valor de más de 7,088 millones de pesos (SIAP, 2013). Los principales estados productores de este frutal son: Sonora, Zacatecas, Baja California, Aguascalientes, Coahuila y Querétaro. La producción de vid en el país es principalmente para consumo en fresco y vino; y cerca del 90% está destinado para exportación. Uno de los principales problemas de la vid, y que es una constante en los estados productores, es la baja disponibilidad de agua y los altos costos de su extracción, siendo este recurso un factor limitante para la producción de los cultivos. Bajo este panorama en los últimos años se han venido desarrollando diferentes tecnologías enfocadas en la disminución del uso de este recurso e induciendo con ello un ahorro, teniendo por ejemplo la reducción de láminas de agua en la mayoría de los cultivos hortofrutícolas de Sonora y principalmente en vid con riego por goteo (Valdez, *et al.*, 2004); sin embargo, esta medida no ha sido suficiente para impactar en el uso sustentable del recurso. Existen varias tecnologías que deben estudiarse para alcanzar ahorros de agua y energía tales como: uso de portainjertos, poliacrilamida, malla sombra, tipo de riego e identificación de

variedades o portainjertos resistentes al estrés hídrico. Estudios realizados en otros países, indican que existen portainjertos que son considerados como resistentes o tolerantes a sequía y suelos salinos tales como: 110 R, 140Ru, 44-53M y 1103P; sin embargo, la tolerancia dependerá del portainjerto, pero el resultado final dependerá de la interacción portainjerto-variedad (Yunusa *et al.*, 1997; Habu-Hilalet *et al.*, 2000). En la Costa de Hermosillo se han evaluado los portainjertos Harmony, Freedom, Saltcreek, Dogridge, Openheim, Kober 5 BB, Teleki 5 A, Couderc 1613, Couderc 1616, entre otros (Márquez *et al.*, 2004; Márquez *et al.*, 2007); no obstante, el uso de portainjertos en la región es mínima como consecuencia del desconocimiento de su manejo, sin embargo, para el establecimiento de nuevas variedades en la región, se considera un requisito imprescindible.

Diferentes estudios que se han realizado a nivel de laboratorio, en el cual se han sometido diferentes especies por medio del cultivo *in vitro* a una condición de estrés hídrico, modificando la disponibilidad de agua en el medio de cultivo mediante la adición de polietilenglicol, éste compuesto químico está disponible en el mercado con diferentes pesos moleculares, los cuales son muy altos y al agregarse al medio de cultivo atrapan las moléculas de agua contenidas y no las dejan a disponibilidad de la planta, provocando un efecto de estrés abiótico, mediante selección únicamente las plantas que crecen en dicho medio de cultivo, se consideran como plantas resistentes o tolerantes a dicha condición (Moreno *et al.*, 2013). Bajo el panorama del impacto ambiental, en el abatimiento de los mantos acuíferos, se hace necesario y urgente implementar tecnologías alternas a las que se utilizan actualmente, para tratar de revertir el deficiente uso de este recurso, buscando con ello un ahorro y hacer un uso eficiente en el cultivo de la vid. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo de investigación fue establecer condiciones de estrés hídrico *in vitro* para caracterizar el desarrollo de diferentes materiales de vid, con la finalidad de identificar probables materiales tolerantes a estrés hídrico.

2. Metodología

Se utilizó como material vegetal segmentos nodales de *Vitis vinifera* de las variedades Perlette y Prime provenientes de campo: además segmentos nodales de selecciones obtenidas a partir de cultivo *in vitro* de diferentes cruza de vid (selección 163, 62 y 85). Una vez en el laboratorio se procedía a cortar los segmentos nodales como unidades independientes, se colocaban dentro de frascos de vidrio, posteriormente se lavaban con suficiente jabón y se enjuagaban de tres a cuatro veces con agua destilada estéril. Una vez en la campana de flujo laminar se procedía con la desinfección con diferentes tratamientos modificando las concentraciones y tiempos de exposición con etanol y cloro. Se colocaron los explantes de aproximadamente 1 cm de longitud en medio de cultivo MS suplementado con caseína hidroclicorada, sacarosa y carbón activado ajustado a un pH de 6.5 y se establecieron en una cámara de crecimiento de crecimiento con condiciones de luminosidad y temperatura controladas ($24^{\circ}\text{C} \pm 2$).

Estés hídrico in vitro. Los explantes establecidos de las diferentes variedades y selecciones se dividieron en tres tratamientos: a) un testigo, b) PEG 6000 al 2% y c) PEG 8000 al 2%. Se colocaron en tubos de ensaye en el medio de cultivo utilizado en el establecimiento *in vitro*, pero suplementado con PEG tanto de 6000 como de 8000 P.M., a una concentración del 2% y para el caso de los testigos fue sin PEG. Los brotes procedentes de los segmentos nodales, fueron colocados en cada uno de los tratamientos y a los 60 días se realizaron las evaluaciones de sobrevivencia.

3. Resultados

Se definió que los mejores explantes para hacer este tipo de experimentos es mediante el uso de plantas provenientes de cultivo de tejidos o evitar puntos críticos de plagas y/o enfermedades en plantas establecidas en campo, ya que, de lo contrario, se tienen problemas de contaminación. Durante los primeros 8 establecimientos *in vitro* se tuvo un porcentaje de contaminación del 100% a los 5-7 días del establecimiento, independientemente del tratamiento que se estuviera utilizando a diferencia de los experimentos establecidos con materiales provenientes de cultivo de tejidos, con porcentajes de contaminación del 50 al 60%.

De la variedad Prime no se logró establecer ningún explante, mientras que de la variedad Perlette y selecciones 85, 163 y 62 se lograron establecer 57 explantes en total (Cuadro 1).

Estos explantes se dividieron en tres tratamientos (testigo, PEG 6000 al 2% y PEG 8000 al 2%), después de los 60 días en contacto con los medios de selección se obtuvieron los siguientes resultados (Figura 1).

Cuadro 1. Establecimiento *in vitro* de diferentes materiales de *Vitis vinifera*

Variedades/selección	Explantes establecidos
Prime	0
Perlette	11
Selección 85	8
Selección 163	17
Selección 62	21

La selección 85 no logró desarrollar de manera favorable al establecimiento *in vitro* bajo los tratamientos de selección y la respuesta en el testigo aun cuando sobrevivían los explantes no lograban producir brotes ni raíces a los 60 días de su establecimiento y finalmente morían. Los brotes provenientes de la selección 62 no lograron desarrollar bajo condiciones de estrés hídrico *in vitro*, es decir, se observaron pequeños brotes, pero no se elongaron, se mantuvieron aproximadamente de 4 cm, las hojas eran muy pequeñas y los entrenudos cortos; comparada con las plántulas del tratamiento testigo.

Para el caso de la variedad Perlette, se observó un desarrollo intermedio en los tratamientos con PEG, los brotes tenían en promedio una longitud de 7 cm, se observó un mejor desarrollo en el tratamiento de PEG 8000 con plántulas más altas, con hojas grandes y bien desarrolladas; sin embargo, el testigo fue superior que los tratamientos con PEG.

Finalmente, la selección 62 tuvo un mejor comportamiento bajo condiciones de estrés hídrico *in vitro*, en los tres tratamientos se observa una formación de plántula completa (parte aérea y raíz); las plántulas desarrolladas sobre PEG 8000 fueron prácticamente iguales que las del testigo, se observaron en estos dos tratamientos plántulas de hasta 12 cm de longitud, entrenudos largos, hojas bien desarrolladas, así como su sistema radicular. Por lo que esta selección tiene características a nivel de pruebas de laboratorio de tolerancia a estrés hídrico en PEG 8000 a una concentración del 2%.

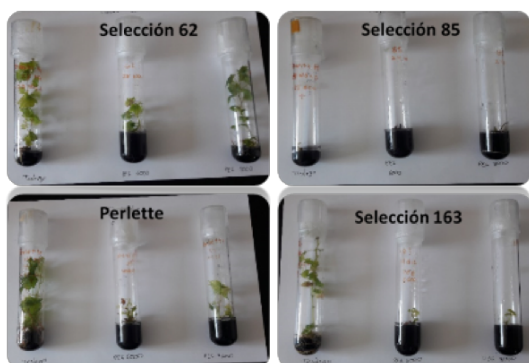


Figura 1. Segmentos nodales de *Vitis vinifera* establecidos en medio selectivo (PEG) para estrés hídrico *in vitro*

4. Conclusión

Existe un alto grado de contaminación en explantes provenientes de plantas establecidas en campos comerciales.

Los mejores explantes para establecer *in vitro* fueron de plantas madres provenientes de rescate de embriones en cultivo de tejidos. La selección más susceptible fue la #85 ya que no desarrollaron plántulas en ninguno de los tratamientos establecidos

La selección 62 mostró tolerancia al estrés inducido por el PEG 8000 al 2%. Sin embargo, es necesario seguir realizando más establecimientos utilizando diferentes concentraciones de PEG e incorporando este compuesto con pesos moleculares más altos. Además, de probar en campo aquellas plantas que hayan sido seleccionadas bajo este medio de cultivo para corroborar el efecto observado en el laboratorio.

Referencias

1. Guerra-Cantú J.A., Moreno-Limón S., Cárdenas-Ávila M.L., González-Luna A.R., Salcedo-Martínez S.M. y Sánchez-Sánchez A.A. 2016. Efectos del estrés osmótico sobre el desarrollo *in vitro* de plántulas de albahaca *Ocimum basilicum* L. Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos. 1(1): 207-2013.
2. Moreno-Bermúdez L.J., Kosky R.G., Reyes M., Mbabazi C. y Chong-Pérez B. 2014. Respuesta de plantas *in vitro* de banano cv “Grande naine” (*Musa* AAA) al estrés hídrico inducido con polietilenglicol. Biotecnología vegetal. ISSN 2074-8647.

3. Márquez J. A., Osoria G., Martínez G., Núñez J. H., Fú A. A., Grageda J., Valdéz B. y Miranda J. L. 2004. Vid de mesa. Establecimiento y manejo en la Costa de Hermosillo y Pesqueira. Folleto técnico 27. INIFAP.
4. Tavili A., Zare S., Moosavi S.A. y Enayati A. 2011. Effects of seed priming on germination characteristics of *Bromus* species under salt and drought conditions. *American-urasian J. Agric. & Environ. Sci.* 10(2): 163-168.
5. Valdez G. y Durón. 2004. Manejo del riego en vid de mesa. Seminario de Viticultura 2004. INIFAP-CIRNO-CECH. Publicación Especial No. 18. Pp. 47-54.
6. Valdez G., Durón L. y Fu C. 2004. Determinación de la evapotranspiración y tiempos de riego en vid de mesa en la Costa de Hermosillo. VII congreso internacional en ciencias agrícolas. Mexicali BC. Pp. 90-92.

Inducción De Callos Partiendo De Diferentes Explantes De Las Especies *Lupinus Montanus* (H.B.K) Y *Lupinus Campestris* Cham. & Shlt

Pérez Álvarez Sandra¹, Quiroga Vargas Edith², Reyes Izquierdo Leticia², Sánchez López Jesús Arnoldo², Flores Zamora Gabriela Lisbeth¹, Chávez Medina Jesús Alicia¹, Bermúdez Torres Kalina²

¹Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Sinaloa, Depto. de Biotecnología Agrícola, Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes 250 Guasave, Sinaloa, México. alchavez@ipn.mx

²Instituto Politécnico Nacional, CEPROBI, Carretera Yauatepec-Jojutla, Km. 6, calle CEPROBI No. 8, Col. San Isidro, Yauatepec, Morelos, México

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar la obtención de callos utilizando diferentes explantes de las especies *Lupinus montanus* y *Lupinus campestris* y diferentes concentraciones de reguladores de crecimiento. Las semillas de ambas especies se colectaron en el Parque Nacional Izta-Popo y germinaron en medio agar bacteriológico, con escarificación mecánica (bisturí). Los explantes (cotiledón, hipocótilo y raíz) se obtuvieron de plántulas de 8 a 14 días de edad. Para la obtención de callo se utilizó el medio Murashige y Skoog (4 g L⁻¹) con fitagel (3.5 g L⁻¹), suplementado con sacarosa (30 g L⁻¹) y diferentes concentraciones de kinetina y 2,4 D (ácido 2, 4 diclorofenolxiacético), estableciéndose 16 tratamientos para cada especie. Los resultados muestran diferencias en las combinaciones de kinetina y 2,4 D (0.5 a 2 mg L⁻¹), las que varían en dependencia del explante (cotiledón, hipocótilo o raíz) con porcentajes de inducción entre 60 y 66% y días de inducción entre 8, 11 y 15. El cultivo de callos es uno de los pasos para el establecimiento de protocolos *in vitro* que proporcionen la materia prima para la producción de metabolitos de interés (esparteína).

Palabras Clave: Cultivo *in vitro*; Especies silvestres; Género *Lupinus*.

Abstract

The aim of this research was to evaluate the obtaining of callus using different explants of the species *L. montanus* and *L. campestris* and different concentrations of plant growth regulators. The seeds of both species were collected in the Izta-Popo National Park and they were germinated in bacteriological agar, with mechanical scarification (scalpel). The explants (cotyledon, hypocotyl and root) were obtained from seedlings from 8 to 14 days of age. Murashige and Skoog medium (4 g L⁻¹) with phytigel (3.5 g L⁻¹), supplemented with sucrose (30 g L⁻¹) and different concentrations of kinetin and 2,4 D (2,4 dichlorophenoxyacetic acid) were used to obtain callus, been establishing 16 treatments for each variety. The results show different combinations of kinetin and 2,4 D (0.5 to 2 mg L⁻¹) which change depending on the explant (cotyledon, hypocotyl or root) with an induction percentage between 60 and 66% and induction days between 8, 11 and 15. Achieving callus culture is a step forward in the establishment of *in vitro* protocols,

which will guarantee the production of metabolites of interest (spartein) and establish a crop rotation taking into account that these species are wild.

Key words: In vitro cell culture; Wild species; Genus *Lupinus*.

1. Introducción

El género *Lupinus* se caracteriza por la presencia de alcaloides quinolizidínicos (AQ), sintetizados por la planta como parte de una estrategia de defensa en contra de herbívoros. Estos compuestos tienen amplia aplicación en la industria farmacéutica y química (esparteína). A pesar de la gran diversidad de especies de este género en México, estas se encuentran muy poco estudiadas y, sobre todo, poco aprovechadas. Las especies mexicanas del género *Lupinus*, fuentes potenciales de los AQ, crecen de forma silvestre, por lo que son necesarias estrategias para su propagación y la producción de los metabolitos de interés. Los callos son una vía de multiplicación acelerada de las especies vegetales (González, Hernández, Silva y Espinosa, 2011) y pueden ser inducidos para la producción de metabolitos, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la obtención de callo utilizando diferentes explantes de las especies *L. montanus* y *L. campestris* y diferentes concentraciones de reguladores del crecimiento.

2. Metodología

Se utilizaron semillas de *L. montanus* y *L. campestris* colectadas en el mes de mayo y noviembre del 2010, en el Parque Nacional Izta-Popo. Para el lavado y desinfección del material biológico se siguió el protocolo de Hernández Ferretiz, Rivera Meléndez, Ramos Herrera, Salinas Pérez, Rodríguez Monroy y Bermúdez Torres Eez Ferretiz centajrmaceutiproducci (2008). Para la germinación de las semillas se utilizó fitagel-agua al 1.2%, agar-agua al 50% y agar-agua al 100%. Los hipocótilos, cotiledones y raíces de plántulas de 15 días se emplearon como explantes para la inducción de callos, se evaluaron 16 combinaciones de ácido 2,4-D) y kinetina (Cuadro 1), en medio Murashige y Skoog (1962) suplementado con sacarosa 30 g L⁻¹, fitagel 4g L⁻¹.

A todos los medios se les reguló el pH de 5.8 a 5.9 con soluciones de NaOH. Los explantes fueron cultivados en el cuarto de cultivo a condiciones controladas (temperatura de 20±2°C, y una humedad relativa 26±4% y fotoperiodo de 16 horas luz y 8 de oscuridad). Las variables evaluadas fueron porcentaje de inducción, color, tamaño, vigor, y posibles contaminaciones. Se utilizaron cinco frascos por tratamiento y se determinó el error porcentual en cada tratamiento.

Cuadro 1. Combinaciones de reguladores del crecimiento para la formación de callos de las especies *L. montanus* y *L. campestris*

Tratamientos	2,4 D (mg L ⁻¹)	Kinetina (mg L ⁻¹)
T1 (Control)	0	0
T2	0	0.5
T3	0	1
T4	0	2
T5	0.5	0
T6	1	0
T7	2	0
T8	0.5	0.5
T9	0.5	1
T10	0.5	2
T11	1	0.5
T12	2	0.5
T13	1	1
T14	1	2
T15	2	1
T16	2	2

3. Resultados y discusión

Lupinus montanus presentó un porcentaje alto a la respuesta de los reguladores (60%) en los tratamientos T9, T10, T14 y T15 (Figura 1A). Mientras que, para *L. campestris*, el T8 obtuvo la mejor respuesta con un porcentaje final 26.7%, seguido del T13 con un porcentaje de 20% (Figura 1 B).

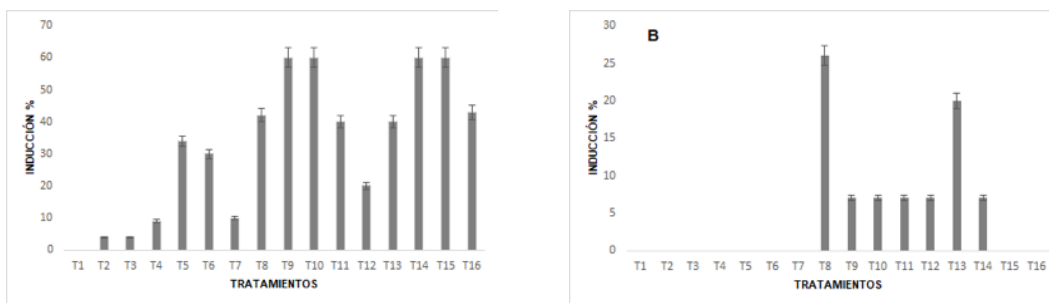


Figura 1. Inducción de callo en los diferentes tratamientos utilizando cotiledones. A: *L. montanus*; B: *L. campestris*

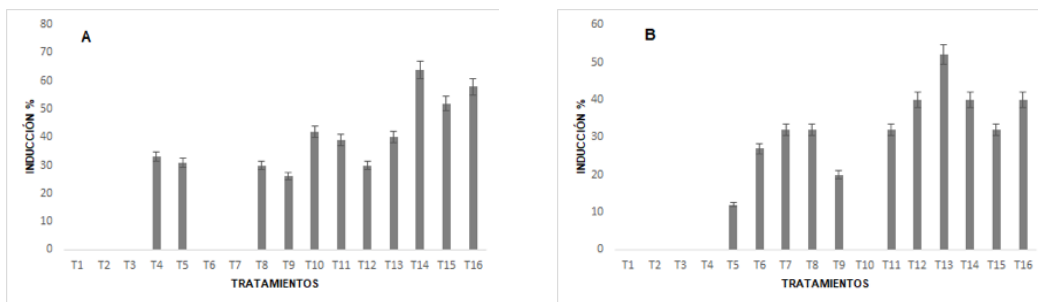


Figura 2. Inducción de callo en los diferentes tratamientos utilizando el hipocótilo. A: *L. montanus*; B: *L. campestris*

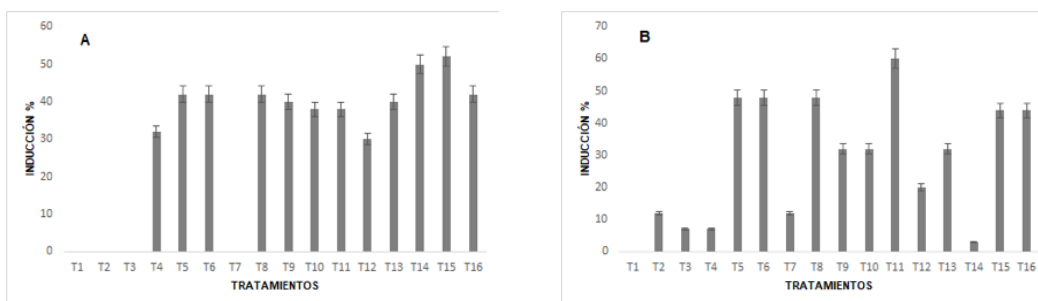


Figura 3. Inducción de callo en los diferentes tratamientos utilizando la raíz. A: *L. montanus*; B: *L. campestris*

El tratamiento 14 presentó los mejores resultados de inducción callo a partir de hipocótilo de *L. montanum* (66%; Figura 2A), mientras que para *L. campestris* el mejor tratamiento fue el T13 con un porcentaje de inducción del 53.3% (Figura 2 B).

En cuanto a los explantes provenientes de raíz de *L. montanum*, el tratamiento 15 presentó los mejores resultados (55%; Figura 3A), mientras que el porcentaje final de la inducción de callo de raíz en *L. campestris* fue del 60% en el tratamiento 11 (Figura 3 B).

En la Figura 4 se aprecian las características físicas de los callos desarrollados a partir de explantes de *L. campestris*. Los callos obtenidos a partir de hipocótilo (H13) presentan una mejor apariencia, son anchos con pigmentación verde claro, con una apariencia friable; los callos desarrollados a partir de cotiledones (C8) mostraron un menor volumen comparado con los otros dos explantes, una apariencia más sólida, con pigmentación verde claro; finalmente, los callos provenientes de raíz (R11), presentaron una pigmentación café claro, con apariencia friable, estos presentaron una inducción temprana (8 días), con respecto a los otros dos explantes (hipocótilo 11 días y cotiledón 15 días).

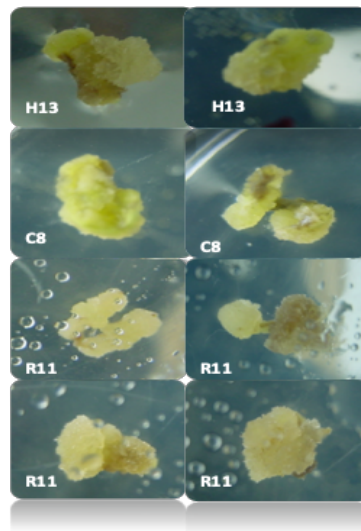


Figura 4. Callos obtenidos a través de los tratamientos de inducción. H13: callos de hipocótilo, C8: callos de cotiledones y R11: callos de raíz

4. Conclusiones

Para *L. montanum* las concentraciones de reguladores de crecimiento (kinetina y 2,4-D) óptimas después de los 14 días para la inducción de callo a partir de cotiledones fue: kinetina 1mg L⁻¹ y de 2,4-D 2 mg L⁻¹, teniendo un porcentaje de 60%; a partir de raíz fue: kinetina 2 mg L⁻¹ y de 2,4-D 1mg L⁻¹, teniendo un porcentaje de 55%; y por último de hipocótilo fue: kinetina 1mg L⁻¹ y de 2,4-D 2 mg L⁻¹, teniendo un porcentaje de 66%. Para *L. campestris* las concentraciones de reguladores de crecimiento óptimas para la inducción de callo después de los 18 días a partir de cotiledones fue kinetina: 0.5mg L⁻¹ y de 2,4-D: 0.5mg L⁻¹, con un porcentaje de 27%; a partir de raíz fue kinetina 1 mg L⁻¹ y 0.5 mg L⁻¹ de 2,4-D con un porcentaje de inducción del 60%; y por último de hipocótilo fue kinetina: 1mg L⁻¹ y de 2,4-D: 1mg L⁻¹, teniendo un porcentaje de 53%.

Referencias

1. González, O. S. P., Hernández, M. E., Silva, J. J. P., Espinosa, A. R. (2011). Evaluación de la dinámica del crecimiento in vitro en callos de Ipomoea batatas. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13(1), 148-155.

2. Hernández Ferretiz, E., Rivera Meléndez, R. K., Ramos Herrera, O. J., Salinas Pérez, F. C., Rodríguez Monroy, M. y Bermúdez Torres Eez Ferretiz centajrmaceutiproducciK. (2008). Effect of scarification treatments on germination of *Lupinus montanus* HBK seeds. IN J.A. Palta and J.B. Berger (eds). 2008. 'Lupins for Health and Wealth' Proceedings of the 12th International Lupin Conference, 14-18 Sept. 2008, Fremantle, Western Australia. International Lupin Association, Canterbury, New Zealand. ISBN 0-86476-153-8.
3. Murashige T, Skoog F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*. 15, 473-496.

Comparación De Dos Protocolos Para La Extracción Rápida De ADN De Alfalfa (*Medicago Sativa L.*) Del Valle De Mexicali

Sánchez-Martínez Esmeralda¹, Colosio-Vergara Araceli¹, Michel-López Claudia Yared¹, Lara-Rivera Ana Laura¹, Bermúdez-Guzmán Manuel De Jesús², Ríos Velasco Rafael²

¹ Instituto de Ciencias Agrícolas-Universidad Autónoma de Baja California

sanchez.esmeralda@uabc.edu.mx

² INIFAP-Campo Experimental Tecomán

Resumen

Se evaluaron dos métodos para la extracción de ADN de plantas de alfalfa (*Medicago sativa L.*), con el fin de obtener ADN disponible y de buena calidad para la obtención de secuencias y análisis de marcadores. El protocolo comercial Genomic DNA Purification Kit-Thermo Fisher Scientific se comparó con un método que incluye el uso de una solución tampón de lisis (método CTAB). Para este último método también se evaluó si el rendimiento mejoraba cuando las muestras se maceraron previamente con nitrógeno líquido. Los resultados en términos de calidad (A_{260}/A_{280}) no mostraron diferencias significativas entre los métodos de extracción (índice < 1,5). Sin embargo, se encontraron diferencias en la concentración de ADN obtenida. Los mejores resultados, en cuanto al éxito en la PCR, se obtuvieron con el kit, sin embargo, la dilución 1:100 de las muestras obtenidas con el método CTAB, permitió obtener resultados de PCR comparables. La maceración de las muestras con nitrógeno líquido, también mejoró el rendimiento (éxito de PCR) del método CTAB. Se propone este método como una alternativa costo-efectiva para la extracción de ADN a partir de plantas de alfalfa, con base en los resultados obtenidos.

Palabras Clave: Análisis, ADN, Alfalfa, Purificación.

Abstract

Two methods were evaluated for the extraction of DNA from alfalfa plants (*Medicago sativa L.*), in order to obtain DNA available and of good quality for obtaining sequences and marker analysis. The Genomic DNA Purification Kit-Thermo Fisher Scientific commercial protocol was compared with a method that includes the use of a lysis buffer solution (CTAB method). For the latter method, it was also evaluated if the yield improved when the samples were previously macerated with liquid nitrogen. The results in terms of quality (A_{260} / A_{280}) did not show significant differences between extraction methods (index <1.5). However, differences in the concentration of DNA obtained were found. The best results, in terms of success in PCR, were obtained with the kit, however, the 1: 100 dilution of the samples obtained with the CTAB method, allowed to obtain comparable PCR results. The maceration of the samples with liquid nitrogen also improved the performance (PCR success) of the CTAB method. This method is proposed as a cost-effective alternative for the extraction of DNA from alfalfa plants, based on the results obtained.

Key words: Analysis, ADN, Alfalfa, Purification.

1. Introducción

Los protocolos de extracción y purificación de ácidos nucleicos son esenciales para la mayoría de las aplicaciones en biología molecular (Bermúdez-Guzmán *et al.*, 2016). La aplicación de técnicas moleculares inicia con la extracción de ADN y la obtención de datos confiables y reproducibles, lo que a su vez depende en gran medida de la extracción de ADN íntegro y puro.

Una técnica ideal de extracción debe optimizar el rendimiento de ADN, minimizar su degradación y ser eficiente en términos de costo, tiempo, mano de obra y materiales (Martín *et al.*, 2017).

Los métodos tradicionales de extracción de ADN en plantas como la alfalfa (*Medicago sativa* L.), utilizan solventes orgánicos para separar a las proteínas del ADN y, una vez suspendido en la fase acuosa, aislarlo por precipitación con etanol. Estos métodos requieren preparar soluciones y la extracción puede tomar desde unas horas hasta varios días debido a que constan de cinco etapas principales: homogeneización del tejido, lisis celular, separación de proteínas y lípidos, precipitación y redisolución del ADN. Por otro lado, a pesar de su importancia, para alfalfa existen protocolos o kits de extracción mayormente, utilizan matrices inorgánicas compactas cargadas positivamente capaces de retener varios microgramos de ADN y separarlos del resto de las biomoléculas, permitiendo de esta manera obtener un extracto libre de inhibidores en menos tiempo (Cornejo *et al.*, 2014), pero con un costo mayor. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue comparar dos protocolos de extracción de ADN para alfalfa del valle de Mexicali, utilizando un protocolo tradicional (Bermúdez-Guzmán *et al.*, 2016) con pequeñas modificaciones y el Genomic DNA Purification Kit-Thermo Fisher Scientific siguiendo las instrucciones del fabricante.

2. Metodología

El presente estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Fitopatología del ICA-UABC y en el Laboratorio de Biotecnología de plantas del Campo Experimental Tecomán-INIFAP. Se utilizó tejido fresco foliar de tres variedades de alfalfa (*M. sativa* L.) del Valle de Mexicali. Las muestras fueron colectadas en dos parcelas: la primera ubicada entre el ejido Veracruz No. 1 y Toluca (Figura 1 A, B), de donde se obtuvo la variedad X9911, y la segunda parcela en el ejido Veracruz No. 2 (Figura C), donde se colectaron las variedades X9911, Cuf 101 y Multifoliar.

Protocolo tradicional método CTAB. Se siguió el método de Bermúdez-Guzmán *et al.*, (2016) con algunas modificaciones. Para todas las muestras el ADN se utilizó 100 mg de tejido foliar, y se pulverizaron con nitrógeno líquido (N₂) en mortero con pistilo y se almacenaron a -20°C para su posterior análisis. Se utilizó buffer CTAB [100 mM de Tris-HCl pH 8, 50 mM de EDTA pH 8, 1.4 M de NaCl, 3% (p/v) de CTAB y 1% (p/v) de PVP 40] precalentado a 65°C,

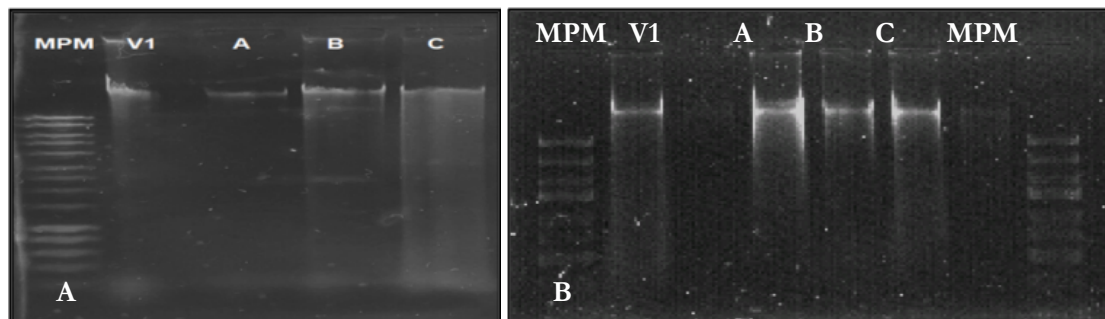


Figura 1. Productos de extracción de ADN de alfalfa (*M. sativa* L.): A) Protocolo tradicional método CTAB. MPM: HyperLadder 1kb. V1: variedad X9911, A: variedad X9911, B: Cuff, C: Multifoliar y B) Genomic DNA Purification Kit-Thermo Fisher Scientific. MPM: 1 kb plus (Bioline)

más 10 μ L de 2- β -mercaptoetanol concentrado y 5 μ L de proteínasa K (20 mg/mL), y solución de fenol:cloroformo:alcohol isoamílico (25:24:1), siguiendo las indicaciones de los autores.

Protocolo Genomic DNA Purification Kit (Thermo Fisher Scientific). Durante la molienda del tejido, se adicionó 1.2 mL de buffer de lisis, y se incubó a 65°C por 1 hr con agitación y mezclando en vortex cada 10 min. Se agregó 600 μ L de cloroformo, se mezcló en vortex y se centrifugó por 5 min a 10000 rpm. Se transfirió la parte acuosa a un nuevo tubo y se agregó 800 μ L de solución de precipitación; se adicionó 100 μ L de solución de NaCl y 300 μ L de etanol frío, las muestras se dejaron a -20°C durante 30 min y se centrifugaron por 10 min a 10000 rpm. Por último, las muestras fueron secadas y resuspendidas en 50 μ L de agua libres de DNAsas.

Electroforesis de ADN en geles de agarosa. La calidad e integridad del ADN extraído, se analizó por electroforesis en gel de agarosa al 1%, utilizando buffer TAE 1X. Los geles fueron teñidos con bromuro de etidio (0.5 μ g/mL), y las bandas se observaron en fotodocumentador con el programa KODAK Molecular Imaging Software. El tamaño de las bandas se estimó comparándolas con el marcador de peso molecular HyperLadder 1kb y 1 kb plus (Bioline). Se realizó cuantificación del ADN con *NanoDrop* (Thermo Scientific) colocando 1 μ L de buffer TE (para calibrar) y 1 μ L de la muestra.

Análisis estadístico. Para el análisis de las muestras se diseñó un modelo de análisis de varianza (ANOVA) completamente al azar con sus tres repeticiones y se aplicó la prueba de separación de medias de Tukey ($p < 0.05$) para la determinación de las diferencias entre las absorbancias obtenidas para cada uno de los tratamientos. El análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico SAS.

3. Resultados y Discusión

El proceso de extracción de ADN con calidad para PCR de los dos métodos ensayados fue exitoso a partir de muestras frescas de tejido foliar de alfalfa (*M. sativa* L.). Estos resultados son

importantes teniendo en cuenta que para la ejecución de estudios con marcadores moleculares y en particular con secuencias, es importante contar con ADN de buena calidad y cantidad. Se logró extraer ADN en todas las muestras (Figura 2), lo cual ayudó en los análisis posteriores.

En la actualidad el éxito de iniciativas mundiales como la del código genético de barras para identificar plantas, depende del ADN con el cual se inicia el proceso de identidad molecular para el material vegetal, en particular si se considera que algunos compuestos polifenólicos, azúcares de cadenas largas y otros metabolitos secundarios pueden afectar el proceso de extracción y amplificación de las regiones de interés en algunas plantas (Cadavid *et al.*, 2013).

El uso de apropiados métodos de muestreo, el tipo de tejido y la utilización de protocolos viables de extracción del ADN son puntos críticos en estudios basados en PCR. Por su parte, las modificaciones realizadas al método del CTAB para la extracción de ADN de alfalfa (*M. sativa* L.) permitieron optimizar un protocolo para obtener ADN de buena calidad y elevada cantidad. Los mayores rendimientos de ADN se obtuvieron con la interacción del protocolo CTAB + N₂ para la molienda del tejido foliar; sin embargo, este protocolo consumió mayor tiempo.

4. Conclusión

Los dos métodos comparados son efectivos para la extracción de ADN de alfalfa (*M. sativa* L.). Al evaluar los resultados generales, indicamos que el protocolo de CTAB fue el que brindó mayores beneficios, ya que produce mejores valores de concentración y pureza, además de no ser costoso en términos de dinero, aun cuando es más tardado el proceso.

Las modificaciones realizadas al método del CTAB para la extracción de ADN de *M. sativa* L. permitieron optimizar un protocolo para obtener ADN de buena calidad y elevada cantidad.

Referencias

1. Bermúdez-Guzmán, M., Guzmán-González, S., Orozco-Santos, M., Velázquez-Monreal, J., Buenrostro-Nava, M., & Michel-López, C. (2016). Optimización de un protocolo para aislamiento de DNA de hojas de *Saccharum officinarum*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(4), 897-910.
2. Martín, E., Moreno, M., Silenzi, G., Bonano, M. (2017). Comparación de métodos de extracción de ADN para el género *Astylus* (Coleoptera: Melyridae). *Acta zoológica lilloana*, 61 (1), 55–64.
3. Cadavid Sánchez, Isabel Cristina, Rosero García, Doris Amanda, & Uribe Soto, Sandra Inés. (2013). Comparación de dos métodos de extracción de ADN a partir de plantas del género *Solanum*, subgénero *Leptostemonum*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 15(2), 186-192. <https://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v15n2.41747>
4. Cornejo A, Serrato A, Rendón B, Rocha M., (2014). Herramientas moleculares aplicadas en ecología: aspectos teóricos y prácticos.

Determinación De La Carga Superficial De Bioagregados Alga/Hongo Filamentoso En La Cosecha De La Microalga *Chlorella*

Toscano Palomar Lydia¹, Danitza Pacheco Rodríguez¹, Nguyen Chi Huynh², Sierra Álvarez María Reyes²

¹Departamento de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Mexicali, México.

lydiatos@gmail.com

²Department of Chemical and Environmental Engineering, University of Arizona, USA

Resumen

La cosecha de algas por biofloculación asistida por hongos filamentosos ha demostrado ser un acercamiento innovador con impactos positivos en reducción de costos de proceso y sustentable en la producción de biocombustible. Sin embargo, el mecanismo en el que se basa la co-aglomeración celular en la cosecha de microalgas no ha sido completamente entendido. El entendimiento de este mecanismo facilitará el futuro desarrollo de tecnologías para la reducción de costos en la producción de biocombustibles y otros bio-productos a partir de microalgas. Considerando que las condiciones iónicas y de pH afectan significativamente la eficiencia de floculación de las células microalgales, se realizaron estudios de co-cultivos microalga/hongo filamentoso y de monocultivos a diferentes pH para comparar el desempeño de co-agregación evaluando los cambios de carga superficial de los diferentes cultivos y co-cultivos. Las mediciones de los potenciales-Zeta de los cultivos celulares indicaron que la carga superficial de las células de la microalga *Chlorella sorokiniana* es mas negativa (-16.3 mV) que la mostrada por las esporas de hongos filamentosos (hasta -11.3 mV) a todos los pH utilizados. Esta diferencia de carga superficial entre las especies se cree que promueven la co-aglomeración microalga/micelio fúngico. También se observó que un medio de co-cultivo ácido (pH 5.5 – 6.0) fue esencial en la interacción célula microalgal/micelio fúngico que conduce a la co-biofloculación.

Palabras Clave: Biofloculación, co-aglomeración y potencial Zeta.

Abstract

The harvest of algae by fungal co-pelletization where microalgal cells are attracted to filamentous fungi and form co-pellets during their co-culture has proven to be an innovative approach with positive impacts in cost operation reduction and sustainable. However, the microalgae harvest mechanism on which algal/fungal co-pelletization is based on, is not fully known. Understanding its mechanism will facilitate future development of technologies to reduce the processing cost for producing biofuels and other bio-products from microalgae. Considering that ionic conditions and pH significantly affect the flocculation efficiency of microalgal cells, studies of microalga/filamentous fungal co-cultures at different pH in the culture medium were carried out to compare the co-pelletization performance evaluating surface charge changes to the different co-culture conditions. Measurements of the Zeta potentials of the cell cultures indicated that the surface charge of the *Chlorella sorokiniana* microalgae cells is

more negative (-16.3 mV) than that shown by filamentous fungal spores (up to -11.3 mV) at all pH used. This difference in surface charge between microalgal cell species and fungal spores is thought to promote microalga/fungal mycelium co-pelletization. It was also observed that an acid co-culture medium (pH 5.5 - 6.0) was essential in the microalgal cell/fungal mycelium interaction leading to the biological co-pellets.

Key words: Biofloculation, pelletization and Zeta potential.

1. Introducción

La biomasa algal es una fuente renovable para la producción de biocombustibles y productos químicos (Gonçalves, Pires & Simoes, 2013). El cultivo de la biomasa algal, a diferencia de cultivos de plantas oleaginosas, proveen mas biomasa con mas alto contenido de lípidos utilizando menos agua en una menor extensión de tierra (Ahmad, 2011). Sin embargo, tales ventajas se ven minimizadas por falta de un método económico de separación eficiente de la biomasa algal a partir de cultivos sumergidos. Esto se debe principalmente a la alta dilución de células algales, pequeños tamaños celulares y cargas superficiales celulares electronegativas (Uduman, 2010). Varios estudios han demostrado que el uso de hongos filamentosos en cultivos de microalgas ayuda a la floculación microalgal (Prajapati, 2014). La asociación microalga-hongo ocurre en la naturaleza formando líquenes; en esta simbiosis la microalga consume CO₂ y produce compuestos orgánicos promoviendo el crecimiento fúngico. Este último provee protección a la microalga al servir como soporte de nutrientes minerales (Wrede, 2014). Entre los factores que afectan la co-aglomeración alga/hongo se encuentra la diferencia de cargas superficiales entre las microalgas y los hongos filamentosos. Esta diferencia podría afectar la atracción entre los organismos. Es bien sabido que la microalga presenta una carga negativa celular (Henderson, 2008), y debido a esta característica la floculación y coagulación es ampliamente utilizada para cosechar microalgas al aplicar compuestos químicos cargados positivamente. El objetivo de este trabajo fue estudiar las cargas superficiales de hongos filamentosos y de la microalga *Chlorella sorokiniana* en monocultivos, y co-cultivos en la formación de agregados celulares bajo condiciones mixotróficas. El potencial Zeta de las células y co-agregados celulares fue medido para cuantificar la carga superficial celular.

2. Metodología

La cepa *Chlorella sorokiniana* de la colección NAABB/LANL, caracterizada e identificada como Chlorella DOE 1412, fue donada por la Dra. Kimberly Ogden del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad de Arizona. La microalga se cultivó en medio BG-11 bajo condiciones estériles (Stanier, 1971). El cultivo creció bajo condiciones autotróficas hasta una madurez de 3.2E+07 células mL⁻¹ (densidad óptica a 750 nm, 1.2). Cinco cepas fúngicas aisladas de suelo agrícola e identificadas como: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Penicillium chrysogenum* y *Trichoderma harzianum* fueron donadas por el Dr. Velizar Gochev del Departamento de Bioquímica de la Universidad de Bulgaria y por la Dra. Lourdes

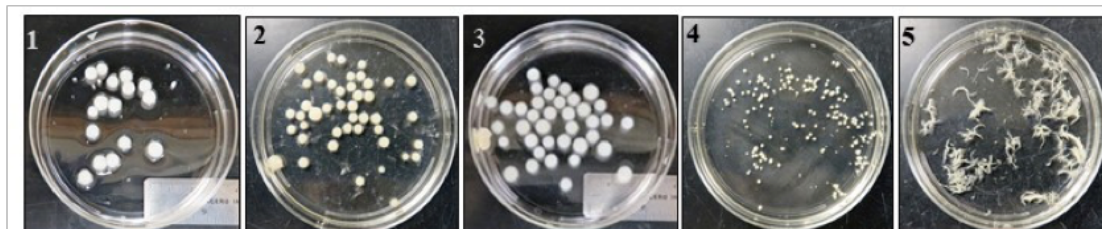


Figura 1. Comparación de la habilidad de los hongos filamentosos en la formación de agregados miceliales en medio BG-11. De 1 a 5, *A. flavus*, *A. niger*, *A. oryzae*, *P. chrysogenum* and *T. harzianum*

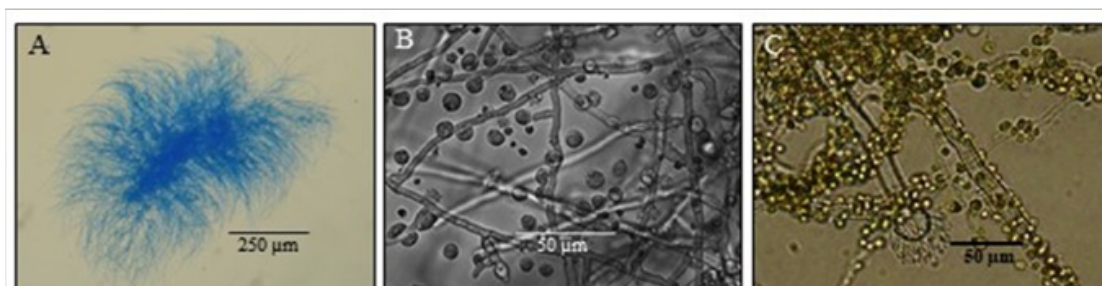


Figura 2. Visualización microscópica de la estructura de co-agregados microalga/micelio fúngico: A, Espora fúngica germinada en co-cultivo. B, M. de fluorescencia de co-agregado alga/hongo, células algales atrapadas en hifas fúngicas. C, M. de fluorescencia de co-agregado teñido con Rojo Nilo

Cervantes Díaz del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. Las especies fúngicas se almacenaron en placa agar dextrosa papa (ADP). Los agregados miceliales se prepararon bajo condiciones sumergidas en medio BG-11 estéril y gastado, separado del cultivo algal a los 15 días de edad. El medio gastado fue suplementado con glucosa (5 g L⁻¹), nitrógeno (extracto de levadura, 5 g L⁻¹) y fosfato (KH₂PO₄, 1.0 g L⁻¹). Los cultivos fueron inoculados con 6.4E+04 esporas mL⁻¹ e incubados con agitación orbital (120 rpm) a 29 ± 1 °C por 72 h. Los cultivos de *Chlorella* (densidad óptica 1.2) suplementados con 10 g L⁻¹ NaNO₃; 1.0 g L⁻¹ KH₂PO₄ y 5 g L⁻¹ de glucosa fueron inoculados con suspensión de esporas de hongos filamentosos hasta una relación final de esporas/células igual a 1:500 e incubados con agitación continua (120 rpm) a 29 ± 1°C bajo condiciones mixotróficas usando un ciclo 12 h:12 h luz: oscuridad. Después de 4 días de tratamiento los co-cultivos fueron evaluados para tamaño y morfología de agregados por observación visual. Se midieron los potenciales Zeta de células en monocultivos y en co-cultivos para determinar la carga superficial de los agregados celulares y de biomasa. A las 96 h, los co-agregados fueron separados por filtración a través de malla 30 de nylon para su inmediata medición de tamaño. Las cargas superficiales de las esporas de los hongos filamentosos y de las células de la microalga se midieron a pH 5, 6, 7 y 8 a temperatura ambiente usando un analizador de potencial Zeta (Malvern, Zetasizer Nano ZS, Houston, TX, USA). Las células de la microalga y las esporas de los hongos filamentosos fueron

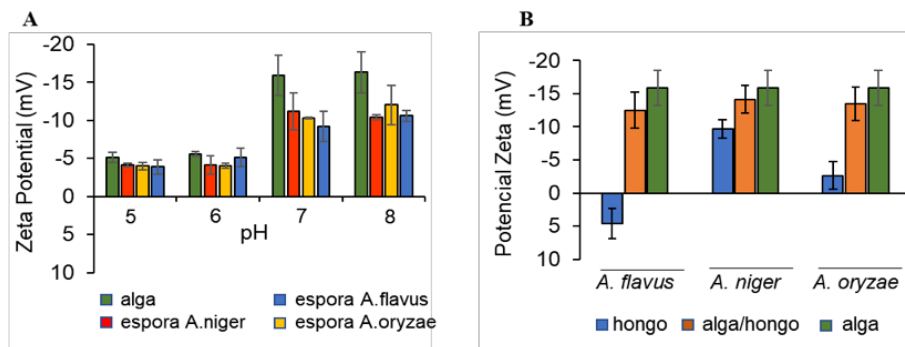


Figura 3. Potenciales Zeta (A) de células dispersas de microalga y esporas de hongos. (B) Potenciales Zeta de agregados de cultivos puros y de co-agregados de microalga/hongo para comparación a pH 5.5

separadas de los cultivos puros por centrifugación y re-suspendidos en medio GB-11 gastado y estéril que se utilizó como electrolito. La concentración se ajustó a $1.0E+04$ células/esporas mL^{-1} . Para las mediciones de los co-agregados microalga/hongo filamentoso, las muestras se trataron triturándose en nitrógeno líquido antes de ajustar las concentraciones con la solución electrolítica. Dos diferentes grupos de experimentos fueron realizados en el presente estudio para las mediciones de las cargas superficiales en los cultivos celulares: 1) Monocultivos de Microalga y de las especies de los hongos filamentosos, 2) Co-cultivos de microalga con cada una de las especies fúngicas. Todas las experimentaciones se realizaron por duplicado y análisis físico-químicos y biológicos por triplicado, reportando la media y desviación estándar.

3. Resultados

La capacidad de las cepas estudiadas para formar agregados miceliales en medio BG-11 gastado suplementado con glucosa ($5 g L^{-1}$), extracto de levadura ($5 g L^{-1}$), y fosfato (KH_2PO_4 , $1.0 g L^{-1}$) y pH ajustado a 5.5 se observa en la Figura 1.

Las características morfológicas de los agregados microalga-hongo se observaron utilizando microscopía a magnitudes diferentes (Figura 2). Las micrografías muestran la formación primaria del agregado micelial (Figura 2A) a las 24 h del co-cultivo. El resto de los componentes en la imagen muestran a un co-agregado final con células microalgales atrapadas (Figura 2B) y por último la presencia de lípidos contenidos en las células algales por tinción al Rojo Nilo (Becker, 1994), confirma el atrapamiento de células algales en los co-agregados (Figura 2C).

En términos de carga superficial, los potenciales Zeta y la eficiencia de floculación entre partículas son dependientes del pH (Zhou, 2013). El efecto del pH (5-8) en la carga superficial de las células de *C. sorokiniana* y en esporas de hongos filamentosos mostró ser negativo en todas las

muestras, indicando que la carga superficial de las células algales fue más negativa (hasta -16.3 mV) que la carga superficial de las esporas fúngicas (hasta -11.3 mV) a mayores pH (Figura 3 A).

Esto confirma lo que otros estudios han reportado, que altos valores de pH incrementan la carga superficial negativa (Zamalloa, 2017), (Figura 3A). Los co-agregados de microalga/hongo presentaron potenciales Zeta menos negativos (-12.5 a -14.1 mV) comparado con el cultivo puro de la microalga al mismo pH, posiblemente debido a la reducción de la carga neta negativa resultado de la presencia de cargas menos negativas (*A. flavus*) del micelio fúngico (Figura 3B). Un pH de 5.5 favorece la biofloculación debido a cargas superficiales menos negativas.

4. Conclusiones

El presente estudio demuestra que un pH ácido en el medio de co-cultivo (5.5 – 6.0) es esencial para obtener las interacciones hongo – microalga que favorece la biofloculación. Esto sugiere que el mecanismo de co-agregación fungal/algas involucra tanto aspectos físicos como biológicos. Estudios adicionales son necesarios para un entendimiento completo de los mecanismos de biofloculación algal asistida por hongos filamentosos.

Reconocimientos

Lydia Toscano Palomar agradece a la Dra. María Reyes Sierra Álvarez, Directora del Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Ambiental de la Universidad de Arizona por hacer posible realizar las mediciones de los Potenciales Zeta de las muestras del presente trabajo.

Referencias

1. Ahmad, A. L., Yasin, N. M., Derek, C. J. C., & Lim, J. K. (2011). Microalgae as a sustainable energy source for biodiesel production: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 584-593.
2. Becker, E. W. (1994). *Microalgae: biotechnology and microbiology* (Vol. 10). Cambridge University Press.
3. Gonçalves, A. L., Pires, J. C., & Simoes, M. (2013). Green fuel production: processes applied to microalgae. *Environmental chemistry letters*, 11(4), 315-324.
4. Henderson, R. K., Parsons, S. A., & Jefferson, B. (2008). Successful removal of algae through the control of zeta potential. *Separation Science and Technology*, 43(7), 1653-1666.
5. Prajapati, S. K., Bhattacharya, A., Kumar, P., Malik, A., & Vijay, V. K. (2016). A method for simultaneous biofloculation and pretreatment of algal biomass targeting improved methane production. *Green Chemistry*, 18(19), 5230-5238.
6. Prajapati, S. K., Kumar, P., Malik, A., & Choudhary, P. (2014). Exploring pellet forming filamentous fungi as tool for harvesting non-flocculating unicellular microalgae. *BioEnergy Research*, 7(4), 1430-1440.
7. Stanier, R. Y., Kunisawa, R., Mandel, M., & Cohen-Bazire, G. (1971). Purification and properties of unicellular blue-green algae (order Chroococcales). *Bacteriological reviews*, 35(2), 171.
8. Uduman, N., Qi, Y., Danquah, M., Forde, G., & Hoadley, A. (2010). Dewatering of microalgal cultures: a major bottleneck to algae-based fuels. *Journal of renewable and sustainable energy*, 2(1), 012701.
9. Wrede, D., Taha, M., Miranda, A. F., Kadali, K., Stevenson, T., Ball, A. S., & Mouradov, A. (2014). Co-cultivation of fungal and microalgal cells as an efficient system for harvesting microalgal cells, lipid production and wastewater treatment. *PLoS One*, 9(11), e113497.

10. Zamalloa, C., Gultom, S. O., Rajendran, A., & Hu, B. (2017). Ionic effects on microalgae harvest via microalgae-fungi co-pelletization. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 9, 145-155.
11. Zhou, W., Min, M., Hu, B., Ma, X., Liu, Y., Wang, Q., ... & Ruan, R. (2013). Filamentous fungi assisted bio-flocculation: a novel alternative technique for harvesting heterotrophic and autotrophic microalgal cells. *Separation and Purification Technology*, 107, 158-165.

Multiplicación In Vitro De *Tigridia Pavonia* (L.f. DC)

Urbina Sánchez Elizabeth¹, Magaly Vidal Soto², Rodríguez De La O José Luis³, Luis Miguel Vazquez García¹

¹Centro Universitario UAEM Tenancingo, Carretera Tenancingo - Villa Guerrero Km. 1.5, 52400 Tenancingo, México elizaurbina@yahoo.com

²Centro Universitario UAEM Zumpango, Camino Viejo a Jilotzingo S/N, Vista Hermosa, 55600 Zumpango de Ocampo, México

³Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 carretera México - Texcoco, 56230 Texcoco de Mora, México

Resumen

La flor de tigre (*Tigridia pavonia* (L.f.) DC) pertenece a la familia Iridaceae es un recurso silvestre ornamental, por el tamaño de la flor y combinación de colores, estas características, hacen de ella una especie con un alto potencial comercial. Su hábitat se encuentran amenazados por la tala inmoderada, el cambio de uso del suelo y el sobre pastoreo. El objetivo fue evaluar las respuestas morfogénicas asociadas hacia la emisión de brotes y raíces a partir del cultivo de tejidos. El experimento se realizó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. En la etapa de multiplicación se tomaron dos tipos de explantes: a) la parte basal del bulbo y b) la parte basal de la plántula previamente producida *in vitro*. Los explantes se sembraron en un medio base de Murashige y Skoog 1962 (MS) adicionado con TDZ y AIA, como tratamientos: T1: 5 mg L⁻¹ de TDZ y 1 mg L⁻¹ de AIA; 2: 3 mg L⁻¹ de TDZ 0.3 mg L⁻¹ de AIA, T3: 1.5 mg L⁻¹ de TDZ y 0.1 mg L⁻¹ de AIA, y el testigo fue el medio MS. El explante de planta produjo mayor número de plantas y más largas, mientras que los tratamientos con 3.0 mg L⁻¹ de TDZ y 0.3 mg L⁻¹ de AIA y con 1.5 mg L⁻¹ de TDZ y 0.1 mg L⁻¹ de AIA, son los que producen el mayor número de brotes.

1. Introducción

La flor de tigre (*Tigridia pavonia* (L.f.) DC), cuyo nombre azteca es oceloxóchitl o flor de ocelot o jaguar, *T. pavonia* (L.f.) DC es un recurso genético ornamental, por sus características del tamaño de la flor (12 a 15 cm de diámetro) y atractivo de sus colores, que México ha dado al mundo. Los antepasados utilizaban el bulbo de la tigridia como alimento, y la flor para elaboración de té para la fertilidad (Vázquez, Arzate y Munguía, 2010). Se encuentra distribuida en gran parte de la República Mexicana como estado de México, Hidalgo, Puebla, Michoacán, Morelos, Tlaxcala, entre otros, éstas se encuentran en bosque de pino-encino, oyamel, pastizales y en jardines de traspatio. Pero su hábitat se encuentran amenazados por diversos factores como: la tala inmoderada, el cambio de uso del suelo y el sobre pastoreo. De tal manera que los objetivos de esta investigación son los siguientes: establecer una estrategia de propagación y conservación

empleando el cultivo *in vitro* de tejidos vegetales. Evaluar las respuestas morfológicas asociadas hacia la emisión de brotes a partir del cultivo de tejidos. En relación al cultivo *in vitro* de *T. pavonia* Lekha, Sincy y Narmatha (2012), mencionan que en la etapa de establecimiento usaron como explantes escamas dobles con meristemos basales de *T. pavonia*, los cuales se lavaron varias veces con agua corriente y teepol por 30 minutos para remover tierra, dichos explantes se trataron con fungicida sistémico Bavistin (2% V/V) por 30 min y posteriormente se lavaron vigorosamente. Un tratamiento adicional el cual consistió en remojar por 20 min en un antibiótico (sulfato de gentamicina) a una concentración de (0.01% v/v) el cual fue esencial para eliminar contaminación. Los explantes se lavaron vigorosamente y se esterilizó la superficie con una o dos gotas de Tween 80 en etanol (70%, V/V) por 20 min y tratados con cloruro de mercurio (0.02% V/V) por 20 min se lavaron varias veces antes de la siembra. Durante la etapa de multiplicación utilizaron un medio MS conteniendo varias concentraciones de thidiazuron (TDZ, 0.5-3.0), Zeatina (0.5-1.0), cinetina (0.5-1.0 mg L), 1-ácido naftelenacético (ANA 0.5-1.0 mgL) ácido indolacético 0.5-3.0 mgL) individualmente con 30 g·L⁻¹ de sacarosa, carbón activado (2 mg·L⁻¹) solidificado con 0.8% de agar, con un pH ajustado a 5.8. En el estudio de Lekha *et al.* (2012) el máximo número de brotes (3.6 brotes por escama doble) lo obtuvo con AIB en 0.5 mg L. El efecto de la cinetina y la zeatina en la formación de bulbillos fue despreciable y el desarrollo de los tallos fue muy lento. El máximo diámetro del bulbillo (1.43 cm) y longitud (1.43 cm) se registró en AIB más que en ANA a 0.5 mg·L⁻¹

2. Materiales y métodos

Ubicación del experimento. El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicada en el municipio de Texcoco entre los paralelos 98°39'28'' de latitud y 99°01'45'' de longitud del meridiano de Greenwich. Los bulbos de flor de tigre (*Tigridia pavonia*) se colectaron en el Centro de Conservación de Tigridia del Centro Universitario Tenancingo de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Multiplicación *in vitro* de flor de tigre. En la etapa de multiplicación se tomaron dos tipos de explantes: a) la parte basal del bulbo y b) la parte basal de la plántula previamente producida *in vitro* se sembraron en tres diferentes medios y un testigo. El medio base de Murashige y Skoog 1962 fue suplementado con 100 mg L⁻¹ de myo-inositol, 0.40 mg L⁻¹ de tiamina, 3% de sacarosa y 7 g L⁻¹ de agar además, cada tratamiento consistió de TDZ y AIA (ácido indolacético, el primer tratamiento con una concentración de 5 mg L⁻¹ de TDZ y 1 mg L⁻¹ de AIA, el tratamiento dos contenía 3 mg L⁻¹ de TDZ y 0.3 mg L⁻¹ de AIA, el tratamiento tres contenía 1.5 mg L⁻¹ de TDZ y 0.1 mg L⁻¹ de AIA, y el testigo se utilizó el medio MS suplementado como se mencionó anteriormente. El pH de los medios se ajustó a 5.7 ± 0.1 con HCl o NaOH. El diseño experimental fue uno completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3, los factores fueron: tipos de explante y medios de cultivo, se conformaron seis tratamientos cada uno con

tres repeticiones. El análisis de datos, la transformación logarítmica de los datos y la comparación de medias Duncan con ($\alpha \leq 0.05$), se hicieron con el paquete estadístico SAS.

3. Resultados y conclusión

En la Figura 1 se muestra que no existieron diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$) por efecto del tipo de explante usado, sin embargo es importante destacar que cuando se utiliza como explante la planta se obtienen 2.67 brotes más, lo que representa un 48.54% más que cuando se utiliza la parte basal del bulbo.

Cuando se utilizó como explante bulbillos se observó que el crecimiento de los brotes se dio entre las escamas dobles resultados similares fueron obtenidos por (Lenkha *et al.*, 2012), debido que ahí se encuentran los puntos de crecimiento, sin embargo ellos obtuvieron 3.6 brotes cuando utilizaron AIB a una concentración de 0.5 mg.L⁻¹. En relación con el uso de brote en la etapa de la multiplicación no se tienen evidencias de investigación, pero se tiene un mayor número que Lenkha *et al.* (2012). En cuanto al porcentaje de sobrevivencia en la etapa de multiplicación, se presentó un 59% del total de explantes, estos resultados son inferiores a los obtenidos por Piña, Vazquez y Arzate (2010) quienes obtuvieron un 90% del total de sus explantes. En este experimento se obtuvieron 5.50 brotes cuando se utilizó como explante la planta, dichos resultados superan a los reportados por Piña *et al.* (2010) quienes registran únicamente una producción de 0 a 4 brotes por explante, cabe señalar que cuando la multiplicación se realizó utilizando como explante el bulbo, se lograron 2.83 brotes por planta, resultados muy similares a los señalados por Piña *et al.* (2010). Estos resultados muestran que el uso de planta como explante es una buena opción en esta etapa de micropropagación.

No se muestran diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$) en el tipo de explante utilizado en cuanto a la longitud de los brotes (Gráfica 2). Cuando se utiliza como explante la planta se obtienen brotes 1.12 más largos que cuando se utiliza el bulbo como explante. No se encontraron resultados relacionados con la variable longitud de brotes por efecto del tipo de explante.

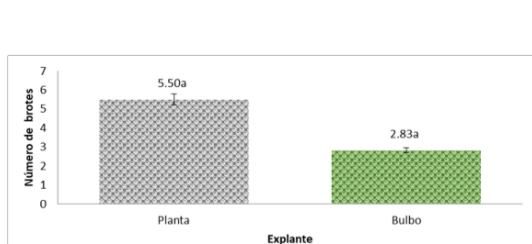


Figura 1. Efecto del tipo de explante (planta o bulbo), sobre el número de brotes de (*Tigridia pavonia* (L.f.) DC), generados de en la etapa de multiplicación

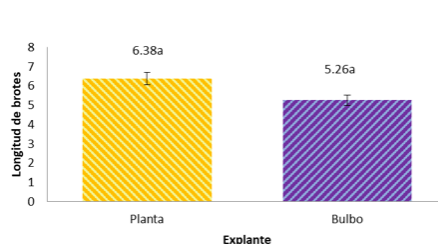


Figura 2. Efecto del tipo de explante (planta o bulbo), sobre la longitud de brotes en la etapa de multiplicación

En el Cuadro 1, se observa que existieron diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$) por efecto del factor medio de crecimiento sobre la variable número de brotes pero no siendo así para la variable longitud de brote, cabe destacar que el tratamiento dos que contenía 3 mg L⁻¹ de TDZ y 0.3 mg L⁻¹ de AIA y el tratamiento tres que contenía 1.5 mg L⁻¹ de TDZ y 0.1 mg L⁻¹ de AIA, fueron los que mostraron el mayor número de brotes. El menor número de brotes se mostró cuando los propágulos se multiplicaron en el medio que contenía una concentración de 5 mg L⁻¹ de TDZ y 1 mg L⁻¹ de AIA. No se debe perder de vista que hubo una diferencia de 1.5 brotes más en los tratamientos dos y tres que en el tratamiento con 5 mg L⁻¹ de TDZ y 1 mg L⁻¹ de AIA, lo que representa un 47.46% más brotes que el tratamiento uno.

Cuadro 1. Efecto del TDZ y AIA sobre el número y longitud de brotes de (*Tigridia pavonia* (L.f.) DC), generados de en la etapa de multiplicación

Medios	Número de brotes	Longitud de brotes
T1) 5 mg L ⁻¹ TDZ y 1 mg L ⁻¹ AIA	1.66c	5.22a
T2) 3 mg L ⁻¹ TDZ y 0.3 mg L ⁻¹ AIA	3.16a	6.43a
T3) 1.5 mg L ⁻¹ TDZ y 0.1 mg L ⁻¹ AIA	3.16a	4.95a
T4) Testigo sin reguladores	2.66b	6.66a
C.V.	23.54	34.46

Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

4. Conclusión

El mayor número de brotes y longitud de brotes de *Tigridia pavonia* (L.f.) DC se tiene cuando se usa como explante la planta en la etapa de multiplicación. Los mejores tratamientos para la obtención de mayor número de brotes son con 3.0 mg L⁻¹ de TDZ y 0.3 mg L⁻¹ de AIA y con el medio que contenía 1.5 mg L⁻¹ de TDZ y 0.1 mg L⁻¹ de AIA.

Referencias

1. Lekha, K.; Sincy, J.; Narmatha, B. (2012). Micropropagation of *Tigridia pavonia* (L.f.) DC a potential floricultural plant from twin scale explants. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 1(1), 38-41.
2. Vázquez G, L.M.; Arzate F, A.M.; Munguía L, G.; Piña E, J. L. 2010. *Tigridias ornamentales, usos y conservación*. Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, Universidad Autónoma del Estado de México. Estado de México: México.
3. Piña E, J.L.; Vázquez G, L.M.; Arzate F, A.M. 2010. *In vitro* regeneration and genetic fidelity of *Tigridia pavonia* (L.f.) DC. *Electronic Journal of Biotechnology*, 13 (1), 1-7. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ejb/v13n1/a07.pdf>

Propiedades Sensoriales De Barra Alimenticia A Base De Semillas Y Nueces

Valenzuela Espinoza Iracema Guadalupe¹, Toscano Palomar Lydia¹, Armenta Gálvez Jesús Manuel¹, Gonzales Balvaneda David¹, García Gómez Gilberto², Beltrán Gonzales Guillermo³

¹Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Mexicali

²Departamento de Posgrado, Instituto Tecnológico de Mexicali

³Clínica de Ssalud Nutricional Deportiva S. de R.L. de C.V a14490435@itmexicali.edu.mx

Resumen

En este estudio se presentan los resultados de un análisis sensorial realizado a una barra energética a base de semillas y nueces de alto contenido nutricional para ofertarse como suplemento alimenticio y es parte de un proyecto de caracterización (pruebas físico – químicas y sensoriales) de un producto de nuevo lanzamiento. Las pruebas realizadas fueron color, olor, sabor y apariencia. También se determinó la velocidad de deterioro del producto por pruebas sensoriales de rancidez. El objetivo de este trabajo fue determinar las características organolépticas y establecer la velocidad de deterioro del producto o vida en anaquel. Se realizó una prueba afectiva en base al grado de satisfacción en una escala hedónica donde se midieron sensaciones agradables o desagradables en una escala del 1 al 9 con 6 panelistas de diferente edad y género, los cuales fueron capacitados para la realización de este estudio. Las pruebas sensoriales mostraron un producto estable por 15 días y con buena aceptación, cuando almacenado a 10°C.

Palabras Clave: Análisis sensorial, rancidez, nutricional.

Abstract

In this study is presented the results of a sensory analysis made to an energy bar based on seeds and nuts with high nutritional content to be offered as a food supplement and is part of a characterization project (physical - chemical and sensory tests) of a product new release. The tests carried out were color, smell, taste and appearance. The rate of deterioration of the product was also determined by sensory tests of rancidity. The objective of this work was to determine the organoleptic characteristics, product acceptability by the consumer and establish the speed of deterioration of the product or shelf life. An affective test was performed based on the degree of satisfaction on a hedonic scale where pleasant or unpleasant sensations were measured on a scale from 1 to 9 with 6 panelists of different ages and gender, who were trained to carry out this study. The sensory tests showed stable product for 15 days and with good acceptance, when stored at 10°C.

Key words: Sensory analysis, rancidity, nutritional.

1. Introducción

Las barras energéticas surgen en el mercado hacia 1960, tras la popularización de barras diseñadas para los astronautas en sus viajes por el espacio exterior. Estos productos para astronautas fueron la versión preliminar de las barras energéticas, diseñadas para cubrir los requerimientos energéticos. Las barras energéticas pueden ser altamente nutritivas debido a que son una buena fuente de energía, ricas en fibra, proteína, vitaminas, antioxidantes, etc. Se preparan usando múltiples ingredientes como cereales, frutas, nueces, pasas, azúcar, etc. (Tanskanen, *et al.*, 2012). Son generalmente fortificadas usando una amplia variedad de proteínas como la soya o el trigo; fibras que incluyen salvado, avena, cebada; vitaminas, minerales, especies y otros nutrientes o ingredientes energéticos (Nadeem, Muhammad Anjum, Murtaza y Mueenud-Din, 2012). Comercialmente existen diferentes tipos de barras; barras suplemento alimenticio, barras nutricionales para diabéticos, mujeres y niños, con alto contenido en proteína, alto contenido en fibra, ricas en vitaminas y minerales, barras con aditivos funcionales como probióticos, etc. (Johnson, 2001). Estos productos se han vuelto muy populares debido a los beneficios asociados con la salud. Encuestas hechas a los consumidores, las respuestas han sido una asociación de las barras como comida sana junto con buen sabor, una buena razón para su compra (Boustani y Mitchell, 1990).

Una de las áreas en la industria de alimentos, que ha sido poco estudiada e investigada, es el área de la evaluación sensorial, a sabiendas que es tan importante como el control de calidad fisicoquímico y microbiológico en el aseguramiento de la calidad de los productos alimenticios. La evaluación sensorial surge como una disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. (Hernández, 2008).

2. Materiales y métodos

El material en estudio es una barra alimenticia tipo agregado de semillas y nueces de nueva creación el cual será lanzado al mercado como un producto nutritivo, orgánico y altamente energético. Las muestras se recibieron en mayo del 2018. Las muestras se separaron en porciones de acuerdo a las pruebas programadas a realizar: análisis sensoriales e intensidad rancio-oxidado para así determinar su tiempo de vida en anaquel. Dos semanas después de recibir el primer lote de muestra se llevó a cabo el análisis sensorial. Con un total de 6 panelistas, las personas fueron reclutadas del personal o alumnos del Instituto Tecnológico de Mexicali. Los panelistas recibieron instrucciones para evaluar la apariencia, sabor, olor y color. Una escala hedónica de nueve puntos usando con 1 = extremadamente desagradable, 5 = ni me gusta ni me disgusta, y 9 = extremadamente agradable (Ihekoronye y Ngoddy 1985). Cada panelista evaluó 3 muestras que se prepararon del mismo lote. Para la evaluación de intensidad rancio-oxidado se realizó en un estudio de 15 días haciéndolo en 6 análisis por triplicado con 3 evaluadores a una

temperatura inicial de 25 °C en el día 0, a partir del día 3 se mantuvo a 45 °C. Los datos de las encuestas se trataron en software MINITAB 17 y Excel.

3. Resultados y discusiones

El criterio en la selección de los panelistas fue que todos ellos fueran consumidores regulares de barras nutritivas, los resultados se observan en la Cuadro 1.

En la Cuadro 2 muestra el análisis de varianza (ANOVA) que se obtuvo de la Cuadro 1 en la cual analiza los promedios de las 3 réplicas para los 4 parámetros organolépticos.

Cuadro 1. Calificación promedio de las 3 réplicas para 4 parámetros organolépticos

Parámetro	Panelista 1	Panelista 2	Panelista 3	Panelista 4	Panelista 5	Panelista 6
Aspecto	8	7.3	5	8	8	7.6
Color	8.6	7	5	7	7.6	7.3
Olor	8	8	3	8	8	7
Sabor	7.6	8	2	9	8	8

Cuadro 2. Valores en el análisis de varianza para realizar la comparación de Fcrit vs F

Fuente de variación	SS	df	MS	F	P-valor	Fcrit
Filas	0.339946	3	0.113315	0.164396	0.918682	3.287382
Columnas	55.77719	5	11.15544	16.18414	1.41E-05	2.901295
Error	10.33923	15	0.689282			
Total	66.45636	23				

Las hipótesis planteadas fueron: Hipótesis Nula (Ho)= El factor de los panelistas no influye en la calificación promedio; Hipótesis Alternativa (HA)= El factor de los panelistas si influye en la calificación, demostrando la ANOVA que la hipótesis nula se acepta ($F < F_{crit.}$)

En Figura 1 se observa el desacuerdo de uno de los panelistas con la mayoría, pero en base a las hipótesis establecida esto no afectó el resultado final de aprobación del producto. Cuadro 2 ANOVA.

En el Cuadro 3 se observa el seguimiento que se le dio a la barra durante un lapso de 15 días por medio de 3 evaluadores que

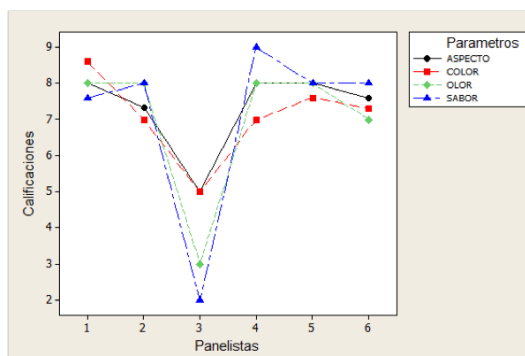


Figura 1. Representación gráfica de la calificación promedio para cada variable organoléptica hecha por el panelista

diagnosticaron la rancidez de la barra energética basados en pruebas sensoriales. La instrucción a los evaluadores se realizó en la característica de sabor (intensidades de rancidez). Se utilizó una escala del 1 al 4. La metodología sensorial de medición que se empleó estuvo basada en el análisis descriptivo cuantitativo QDA (Warner y Nelsen, 1996). De acuerdo a la Cuadro, el valor de vida útil basado en la rancidez podría ser fijado como mínimo 9 días, ya que las temperaturas usuales en las distintas regiones del país son inferiores a las del estudio.

Cuadro 3. Calificación dada por cada panelista en los días 3, 6, 9, 12, 15 y día inicial

Intensidad	Días																	
	0			3			6			9			12			15		
rancio-oxidado	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃
	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3

Intensidad de rancidez : 1 = Nada 2 = Ligero 3 = Medio 4 = Mucho

La Figura 4 muestra un ligero incremento en el grado de rancidez de la barra energética evaluado por prueba sensorial. Esto confirma la estabilidad del producto al almacenamiento hasta 15 días y demuestra que podría prolongarse su almacenamiento aún más debido a que los evaluadores nunca percibieron un grado 4 de rancidez.

4. Conclusión

Las hipótesis seleccionadas para este estudio aportaron un análisis estadístico libre de la influencia de la opinión personal de los panelistas. La ANOVA con un valor de aceptabilidad favorable de 7.12 en una escala del 1 al 9 mostró un producto no solo aceptable si no agradable, con una alta aceptación para su distribución comercial. La barra energética compuesta de semillas y nueces es un producto nutricionalmente importante aportando de acuerdo a pruebas físico-químicas realizadas en el proyecto tales como fibra cruda, alto contenido proteico y un estable valor energético.

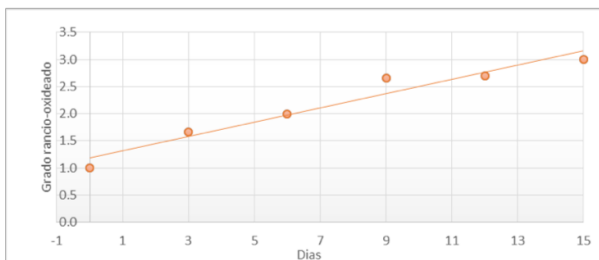


Figura 4. Vida útil del producto con relación al tiempo de almacenamiento (T=40 °C)

Referencias

1. Boustani, P., & Mitchell, V. W. (1990). Cereal bars: a perceptual, chemical and sensory analysis. *British Food Journal*, 92(5), 17-22.
2. Hernández, E. L. I. Z. A. B. E. T. H. (2005). Evaluación sensorial. Universidad Nacional Abierta ya Distancia-UNAD. Bogotá, Colombia. 2005.

3. Hersleth, M., IIseng, M. A., Martens, M., & Naes, T. (2005). Perception of cheese: a comparison of quality scoring, descriptive analysis and consumer responses. *Journal of food quality*, 28(4), 333-349.
4. Johnson, S. (2001). Bar none. *Baking Snack*, 23, 38-50.
5. Nadeem, M., Muhammad Anjum, F., Murtaza, M. A., & Mueen-ud-Din, G. (2012). Development, characterization, and optimization of protein level in date bars using response surface methodology. *The Scientific World Journal*, 2012.
6. Okpala, L., Okoli, E., & Udensi, E. (2013). Physico-chemical and sensory properties of cookies made from blends of germinated pigeon pea, fermented sorghum, and cocoyam flours. *Food science & nutrition*, 1(1), 8-14.
7. Tanskanen, M. M., Westerterp, K. R., Uusitalo, A. L., Atalay, M., Häkkinen, K., Kinnunen, H. O., & Kyröläinen, H. (2012). Effects of easy-to-use protein-rich energy bar on energy balance, physical activity and performance during 8 days of sustained physical exertion. *PloS one*, 7(10), e47771.
8. Warner, K., & Nelsen, T. (1996). AOCS collaborative study on sensory and volatile compound analyses of vegetable oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73(2), 157-166.

Área temática: Horticultura

Evaluación Productiva De Líneas Avanzadas De Chile Jalapeño Con Aplicación De Riegos De Auxilio Durante El Ciclo Agrícola Primavera-Verano En Quintana Roo, México

García Sandoval José Ángel, Zapata Buenfil Gonzalo De Jesús

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Chetumal. garcia.angel@inifap.gob.mx

Resumen

Con 30 mil hectáreas el tipo jalapeño encabeza el grupo de chiles que año con año siembra México. Considerando la dinámica y competencia que actualmente guarda el sector semillero de chiles picantes en México, el INIFAP cuenta con un grupo de líneas experimentales de chile jalapeño en la última etapa del proceso de mejoramiento y requieren ser evaluadas bajo los sistemas de producción que tiene la entidad. Las líneas experimentales evaluadas fueron I-13, I-14, I-16, I-17, I-18, I-21, I-6 y los testigos Kohunlich, Don Benito y el híbrido Dante. La siembra en almácigo fue manual colocando 1 a 2 semillas por orificio en cajas de unícel y sustrato como medio de germinación. Se colocó una planta cada 30 cm. El programa de riegos fue cinco horas por riego y tres veces por semana. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, donde cada parcela constó de cuatro surcos separados a 0.9 m y 3.6 m de longitud. Se midió rendimiento de fruto por corte y total, así como el peso promedio del fruto. La producción más alta fue para Don Benito que rindió 45.87 t ha⁻¹, seguido por la mayoría de las líneas experimentales y los testigos mejorados Dante y Kohunlich que en promedio rindieron 37.46 t ha⁻¹ y estadísticamente son iguales. Bajo este manejo la línea I-16 obtuvo el rendimiento más bajo de todas, pues apenas llegó a 24.79 t ha⁻¹. Los testigos Dante y Kohunlich generaron los frutos más pesados de todos con 33 g.

Palabras Clave: Líneas, Chile jalapeño, productividad, riegos.

Abstract

With 30 thousand hectares, the jalapeño pepper type leads the group of chilies that year by year sows Mexico. Considering the dynamics and competence currently kept by the seedling sector of chili Peppers in Mexico, the INIFAP has a group of experimental lines of jalapeño pepper in the last stage of the improvement process and require to be evaluated under the production systems that the entity has. The evaluated experimental lines were I-13, I-14, I-16, I-17, I-18, I-21, I-6 and the witnesses Kohunlich, Don Benito and the hybrid Dante. The sowing in seedbed was manual putting 1 to 2 seeds per hole in boxes of unícel and substrate as a way of germination. Was placed a plant every 3 cm. The irrigation program was five hours per irrigation and three times per week. Was used a randomized block design with four replications, where each plot consisted of four rows separated at 0.9 m and 3.6 m in length. The yield was measured by harvest and total, as well as the average weight of the fruit. The highest production was for Don Benito which yielded 45.87 t ha⁻¹, followed by most of the experimental lines and the improved

witnesses Dante and Kohunlich that on average produced 37.46 t ha⁻¹ and are statistically equals. Under this crop management the line I-16 obtained the lowest yield of all, so it reached 24.79 t ha⁻¹. The witnesses Dante and Kohunlich generated the heaviest fruits of all with 33 g.

Key words: Lines, jalapeño hot pepper, productivity, irrigation.

1. Introducción

Con 30 mil hectáreas el tipo jalapeño encabeza el grupo de chiles que año con año siembra México (SIAP, 2018). Quintana Roo, por cuatro décadas, forjo una historia muy particular como productor de chile tipo jalapeño, ya que el sistema de siembra en suelos no mecanizados, 100% dependiente del temporal de lluvias para suministro de humedad, uso de semilla criolla, entre otros componentes tecnológicos del cultivo, no han variado entre generaciones. Sin embargo, esta resistencia a incorporar innovaciones científicas y tecnológicas para mejorar competitivamente el cultivo y la región, ya se hizo patente entre los productores de esta región, pues en los últimos cinco años la superficie de siembra se ha reducido a menos de 500 ha (SIAP, 2018). Para elevar la productividad del cultivo, el INIFAP, a través del mejoramiento genético de los criollos regionales, ha generado la variedad Kohunlich, la cual ha demostrado ser una excelente opción varietal para mejorar el potencial productivo e incrementar la competitividad del cultivo. Asimismo, considerando la dinámica y competencia que actualmente guarda el sector semillero de chiles picantes en México, el INIFAP cuenta con un grupo de líneas experimentales de chile jalapeño en la última etapa del proceso de mejoramiento, pero requieren ser evaluadas bajo los sistemas de siembra que tiene este picante en la entidad.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Municipio de Othón. P. Blanco, Quintana Roo, México, donde predomina un clima Aw1(x') según la clasificación de Köpen, modificado por García (1981) y definido como cálido subhúmedo, con precipitación media anual de 1,200 a 1,300 mm, periodos de lluvias muy diferenciados, temperatura mínima media anual de 26°C, temperatura media máxima de 34°C y humedad relativa de 85%. El área experimental se estableció en terrenos del Campo Experimental Chetumal ubicado en el Km 25 carretera Chetumal-Bacalar. Las líneas experimentales evaluadas fueron I-13, I-14, I-16, I-17, I-18, I-21, I-6 y los testigos Kohunlich, Don Benito y el híbrido Dante. La siembra en almácigo fue manual colocando 1 a 2 semillas por orificio en cajas de unicel con 200 cavidades y sustrato como medio de germinación. Previo al establecimiento en campo, se instaló el sistema de riego por cintilla o goteo a la distancia de 0.9 m; asimismo, se dio riego de pretransplante para favorecer el buen prendimiento. Se colocó en forma manual una planta cada 30 cm. La primera fertilización fue basal con 10 g por planta del fertilizante 18-46-00 inmediatamente después de transplante. El resto de la fórmula (92-184-00) se aplicó a través del sistema de riego y con fertilizantes altamente solubles. El programa de suministro de agua fue cinco horas por riego y tres veces por semana. Se utilizó un diseño de

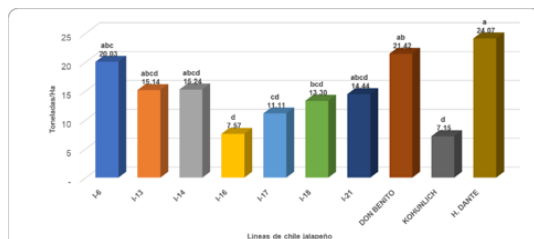


Figura 1. Primer corte de líneas avanzadas de Chile jalapeño bajo el sistema de producción riegos de auxilio. Ciclo agrícola P-V 2017. Campo Experimental Chetumal.

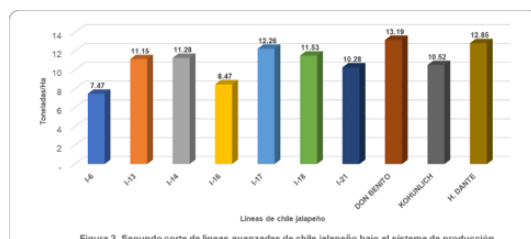


Figura 2. Segundo corte de líneas avanzadas de Chile jalapeño bajo el sistema de producción riegos de auxilio. Ciclo agrícola P-V 2017. Campo Experimental Chetumal.

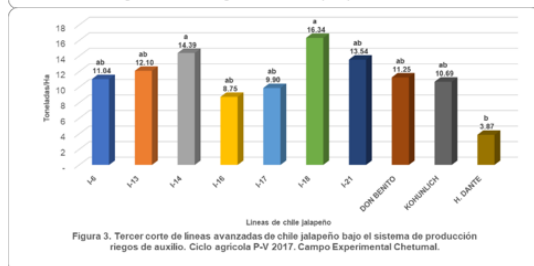


Figura 3. Tercer corte de líneas avanzadas de Chile jalapeño bajo el sistema de producción riegos de auxilio. Ciclo agrícola P-V 2017. Campo Experimental Chetumal.

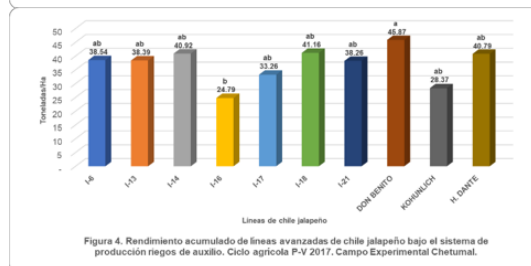


Figura 4. Rendimiento acumulado de líneas avanzadas de Chile jalapeño bajo el sistema de producción riegos de auxilio. Ciclo agrícola P-V 2017. Campo Experimental Chetumal.

Figuras 1, 2, 3 y 4

bloques al azar con cuatro repeticiones, donde cada parcela constó de cuatro surcos separados a 0.9 m y 3.6 m de longitud. Se midió rendimiento de fruto verde sazón por corte y acumulado, así como el peso promedio del fruto. Todos los resultados se analizaron a través del programa estadístico SAS.

3. Resultados y discusiones

Rendimiento. El material más precoz fue el testigo híbrido Dante, ya que su primer corte se realizó a 61 DDT; en tanto, las líneas experimentales y los testigos Don Benito y Kohunlich lo hicieron a los 82 DDT. Los resultados del primer corte indicaron diferencias estadísticas para rendimiento entre los tratamientos ($P \leq 0.01$), generando una media de 14.28 t ha⁻¹. La prueba de medias Tukey clasificó al testigo Dante como el mejor con un rendimiento de 24 t ha⁻¹, seguido por la variedad Don Benito que superó las 21 t ha⁻¹ y en tercer lugar la línea I-6 con 20 t ha⁻¹ (Figura 1). En este corte el testigo Kohunlich se ubicó como el tratamiento menos productivo y altamente susceptible al ataque del ácaro blanco. Para el segundo corte el ANOVA no expresó diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$) y la media bajó a 10.9 t ha⁻¹, equivalente al 23% con respecto al corte anterior. En este caso numéricamente el rendimiento más alto fue logrado por los testigos Don Benito, el híbrido Dante y la línea I-17. La producción más baja fue obtenida por la línea I-6, la cual, contrariamente, encabezó en rendimiento al grupo de las líneas experimentales del primer corte (Figura 2). Para el tercer corte se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P \leq 0.05$) y una media de 11.18 t ha⁻¹ que superó ligeramente al corte dos, pero no alcanzó al corte uno. La prueba de medias ubicó a las líneas experimentales I-18 (16.34 t ha⁻¹) e I-14 (14.39 t ha⁻¹) con los mejores rendimientos, incluso superiores a las variedades e híbrido

empleados como testigos. En este corte el híbrido Dante fue rebasado por todas las líneas en evaluación.

En el rendimiento acumulado el ANOVA encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P \leq 0.01$) y una media general de 37.04 t ha⁻¹. La producción más alta fue para el testigo Don Benito que rindió 45.87 t ha⁻¹, cantidad muy superior a las 32 t ha⁻¹ reportadas por García, Nava, Góngora y Sánchez (2011), quienes evaluaron esta variedad con riegos de auxilio y transplante durante el ciclo primavera-verano. Le siguieron la mayoría de las líneas experimentales y los testigos mejorados Dante y Kohulich que en promedio rindieron 37.46 t ha⁻¹ y estadísticamente son iguales. Bajo este sistema de manejo la línea I-16 obtuvo el rendimiento más bajo de todas y apenas llegó a 24.79 t ha⁻¹ (Figura 4).

Peso promedio del fruto. El ANOVA marcó diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$) en cada uno de los cortes y el promedio con una media general de 28.07 g por fruto. Se observó una pérdida de 8 g por fruto entre el primero y el tercer corte, equivalente al 22%. En el promedio de los tres cortes la prueba de Tukey clasificó a los testigos Dante y Kohulich como los tratamientos que producen los frutos más pesados, pues superaron los 33 g, estos resultados concuerdan con los reportado por García, Nava y Ramírez (2013) quienes señalan que la variedad Kohulich produce frutos de mejor calidad que la variedad Don Benito y el criollo local. En este caso la línea experimental mejor posicionada fue la I-6 con un peso de 31.75 g por fruto. Los tratamientos I-21 y Don Benito, estadísticamente iguales, produjeron los frutos menos pesados (< 23 g) y se ubicaron en último lugar (Figura 5); en este sentido, García *et al.* (2013) coinciden que el testigo Don Benito se caracteriza por la producción de frutos medianos.

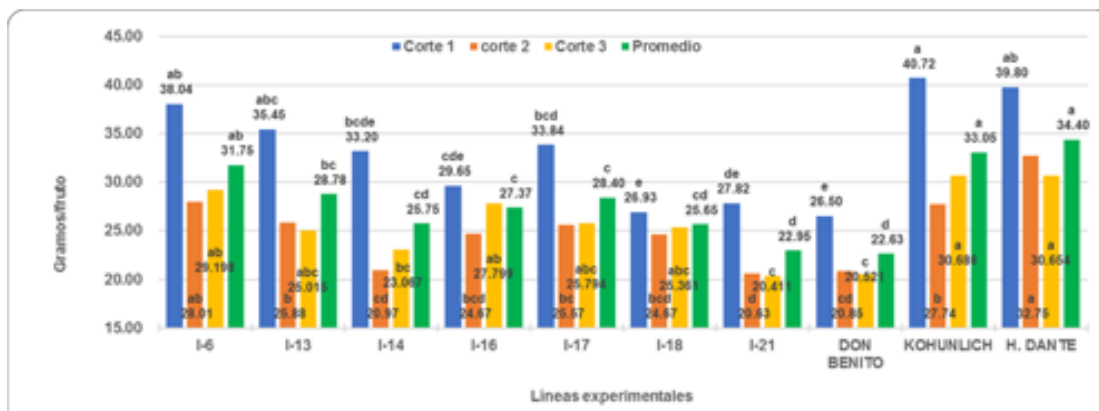


Figura 5. Peso de fruto obtenido por corte y promedio en las líneas experimentales de chile jalapeño bajo el sistema de riegos de auxilio. Ciclo P-V 2017. C.E. Chetumal

4. Conclusiones

La variedad Don Benito obtuvo el rendimiento más alto de todos los tratamientos evaluados bajo riegos de auxilio en el ciclo Primavera-Verano de Quintana Roo, superando en 18% al segundo grupo más productivo y en 11% al híbrido Dante. En este caso, las líneas experimentales expresaron un potencial de rendimiento superior a 36 t ha⁻¹, sobresaliendo la I-18 e I-14 con capacidad arriba de 40 t ha⁻¹. En Resumen, los resultados mostrados permiten augurar potencial para mejorar sustantivamente la productividad del chile jalapeño en Quintana Roo.

Referencias

1. García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Tercera edición. Ed. Laros. 71 p.
2. García-Sandoval J. A., R. J. Nava-Padilla y M. Ramírez-Meraz. 2013. Respuesta productiva de la nueva variedad de chile jalapeño Kohunlich bajo condiciones de temporal y siembra directa en el sur de Quintana Roo, México. In extenso en memorias del 10^a Convención Mundial del Chile, celebrada del 25 al 27 de julio 2013 en Durango, Durango, México. pp 213-220.
3. García Sandoval J. A., R. J. Nava-Padilla, R. D. Góngora-Pérez y M. A. Sánchez-Brito. 2011. Productividad del chile jalapeño en siembras durante la estación de lluvias y aplicación de riegos de auxilio en el sur de Quintana Roo, México. In extenso en memorias del 8^a Convención Mundial del Chile, celebrada del 26 al 28 de mayo 2011 en León, Guanajuato, México. pp 92-100.
4. SIAP. 2018. Estadística de la producción nacional, estatal, regional y municipal de chile verde. <http://www.siap.gob.mx/>, consultado el 10 de septiembre de 2018.

Evaluación Productiva De Líneas Avanzadas De Chile Jalapeño Bajo Siembra Directa Y Condiciones De Temporal En Quintana Roo, México

García Sandoval José Ángel, Zapata Buenfil Gonzalo De Jesús

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Chetumal. garcia.angel@inifap.gob.mx

Resumen

México siembra anualmente alrededor de 150 mil hectáreas de chiles, de las cuales el tipo jalapeño encabeza la lista con 30 mil hectáreas. El objetivo fue conocer el comportamiento productivo de un grupo de líneas elite de chile jalapeño bajo el sistema de siembra directa y condiciones de temporal en el estado de Quintana Roo, México. Los tratamientos evaluados fueron las líneas I-13, I-14, I-16, I-17, I-18, I-21, I-6 y el testigo Kohunlich. La siembra directa fue depositando 12 a 15 semillas por punto de siembra cada 0.5 m y en surcos de 0.90 m. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y cada parcela constó de cuatro surcos separados a 0.9 m y 3.6 metros de longitud. Se midió rendimiento de fruto verde sazón por cosecha y total, así como el peso promedio del fruto. El rendimiento acumulado no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P \geq 0.05$) con una media general de 32.51 t ha⁻¹. En este caso se observó a la línea I-14 con una brecha productiva superior a las 20 t ha⁻¹ con respecto al testigo Kohunlich que numéricamente fue la menos productiva de todas. Sin embargo, cabe destacar al testigo con los frutos más pesados en las tres cosechas. En forma general, las líneas experimentales prometen alto potencial de rendimiento bajo el sistema Roza-Tumba-Quema que predomina en la entidad.

Palabras Clave: Líneas, chile jalapeño, productividad, temporal.

Abstract

Mexico annually sows around 150 thousand hectares of chilies, of which jalapeño pepper leads the list with 30 thousand hectares. The objective was to know the productive behavior of a group of jalapeño hot pepper lines under the direct sowing and rainfed conditions in the state of Quintana Roo, Mexico. The treatments evaluated were lines I-13, I-14, I-16, I-17, I-18, I-21, I-6 and the Kohunlich witness. The direct sowing was depositing 12 to 15 seeds per point of sowing every 0.5 m and in rows of 0.90 m. A random blocks design was used with 4 repetitions and every plot consisted of four rows separated at 0.9 m and 3.5 meters in length. The yield was measured by harvest and total, as well as the average weight of the fruit. The accumulated yield showed no statistical differences between treatments ($P \geq 0.05$) with a general average of 32.51 t ha⁻¹. In this case, was observed the line I-14 with a production gap greater than 20 t ha⁻¹ respects to the Kohunlich witness, which numerically was the least productive of all. However, it is noteworthy the witness with the heaviest fruits in the three harvests. In general, the experimental lines promise high yield under the Roza-Tumba-Quema system that predominates in the region.

Key words: Lines, jalapeño hot pepper, productivity, temporary.

1. Introducción

México anualmente siembra alrededor de 150 mil hectáreas de chiles, de las cuales el tipo jalapeño encabeza la lista con 30 mil hectáreas (SIAP, 2018). El mercado actual de las semillas está muy competido, ya que año con año las empresas trasnacionales buscan posicionar sus productos nuevos en las regiones productoras de nuestro país. El valor que, hoy en día, alcanzan las semillas híbridas de chile jalapeño es la principal limitante para que productores de Quintana Roo no la siembren y recurran a otras alternativas varietales más accesibles como las variedades de polinización libre o a la semilla criolla. A su vez, es una oportunidad para que instituciones como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) apoyen la generación de genotipos que mejoren la competitividad a través de mayor productividad y calidad del chile jalapeño, pero a precios que el productor pueda adquirir. Tomando en cuenta al productor de bajo recursos que predomina en esta región, el nivel tecnológico que aplica al cultivo y el tipo de mercado que por calidad de su producto tiene acceso, El INIFAP, a través del CE-Chetumal, ha liberado la variedad mejorada de chile jalapeño “Kohunlich” recomendada para esta región productora; sin embargo, la dinámica y competencia que actualmente guarda el sector semillero de chiles picantes en México, presiona al INIFAP para hacer todo lo posible por no frenar el proceso de mejoramiento convencional de los chiles criollos y seguir actualizando este rubro. El objetivo de la presente investigación fue conocer el comportamiento productivo de un grupo de líneas élite de chile jalapeño bajo el sistema de siembra directa y condiciones de temporal en el estado de Quintana Roo, México.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Municipio de Othón. P. Blanco, Quintana Roo, México, donde predomina un clima $Aw1(x^?)$ según la clasificación de Köpen, modificado por García (1981) y definido como cálido subhúmedo, con precipitación media anual de 1,200 a 1,300 mm, periodos de lluvias muy diferenciados, temperatura mínima media anual de 26°C, temperatura media máxima de 34°C y humedad relativa de 85%. El área experimental se estableció en terrenos del Campo Experimental Chetumal ubicado en el Km 25 carretera Chetumal-Bacalar. Las líneas experimentales de chile jalapeño evaluadas fueron I-13, I-14, I-16, I-17, I-18, I-21, I-6 y el testigo Kohunlich. La siembra directa en campo se hizo depositando de 12 a 15 semillas por punto de siembra cada 0.5 m y en surcos de 0.90 m. La fórmula de fertilización 92-184-00 se aplicó en dos fechas, la primera a los 48 días después de siembra (DDS) con 18 g por planta del fertilizante comercial 18-46-00 y la segunda a los 76 DDS con 10 g por planta del fertilizante 46-00-00. Para el manejo fitosanitario y cultural se tomó en cuenta el paquete tecnológico que recomienda el INIFAP en la región. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, donde cada parcela constó de cuatro surcos separados a 0.9 m y 3.6 m de longitud. Se midió rendimiento de

fruto verde sazón por corte y acumulado de tres cortes, así como el peso promedio del fruto. Todos los resultados se analizaron a través del programa estadístico SAS.

3. Resultados

Corte 1. El ANOVA expresó diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P \leq 0.01$) con una media general de 11.59 t ha^{-1} . La prueba de medias señaló como mejor a la línea experimental I-6 con 18.84 t ha^{-1} y al testigo Kohunlich como el de menor rendimiento con sólo 3.35 t ha^{-1} (Figura 1). Cabe señalar que el testigo Kohunlich fue más susceptible al ataque de ácaro blanco en comparación con los demás tratamientos evaluados.

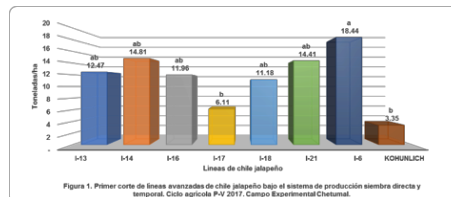


Figura 1. Primer corte de líneas avanzadas de chile jalapeño bajo el sistema de producción siembra directa y temporal. Ciclo agrícola P-V 2017. Campo Experimental Chetumal.

Corte 2. Para el segundo corte el ANOVA no marcó diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$) y la media general disminuyó ligeramente a 10.87 t ha^{-1} . Numéricamente sobresalió la línea I-16 con 12.7 t ha^{-1} y nuevamente el testigo Kohunlich se ubicó como el menos productivo con casi 10 t ha^{-1} . Cabe destacar que los tratamientos menos rendidores del primer corte mejoraron sustancialmente su producción en esta cosecha; sin embargo, con excepción de la línea I-16, todos los tratamientos redujeron su rendimiento en este corte (Figura 2).

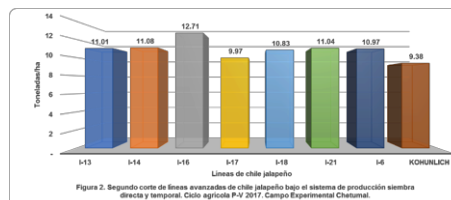


Figura 2. Segundo corte de líneas avanzadas de chile jalapeño bajo el sistema de producción siembra directa y temporal. Ciclo agrícola P-V 2017. Campo Experimental Chetumal.

Corte 3. Para este corte el ANOVA, al igual que en el corte anterior, no mostró diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos y una media general de 10.04 t ha^{-1} , la cual resultó ligeramente menor a los dos cortes anteriores. La brecha productiva entre los tratamientos extremos superó las 10 t ha^{-1} , siendo la línea I-14 la que más rendimiento obtuvo (Figura 3).

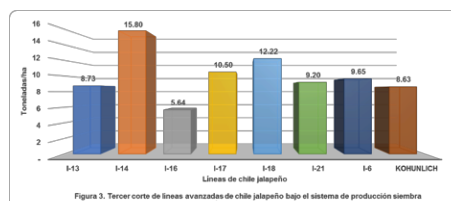


Figura 3. Tercer corte de líneas avanzadas de chile jalapeño bajo el sistema de producción siembra directa y temporal. Ciclo agrícola P-V 2017. Campo Experimental Chetumal.

Rendimiento total. Al sumar las cosechas realizadas y practicar el ANOVA éste no arrojó diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P \geq 0.05$) con una media general de 32.51 t ha^{-1} y un coeficiente de variación aceptable de 26%. Se observó a la línea I-14 con una brecha productiva superior a las 20 t ha^{-1} con respecto al testigo Kohunlich, que numéricamente fue la menos productiva de todas. Conviene resaltar el buen comportamiento productivo de las líneas de chile, ya que bajo las condiciones de temporal muy particulares del

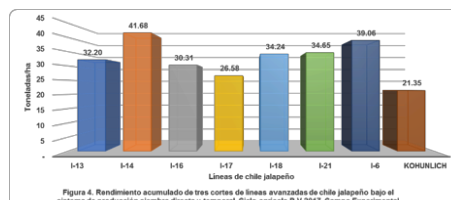


Figura 4. Rendimiento acumulado de tres cortes de líneas avanzadas de chile jalapeño bajo el sistema de producción siembra directa y temporal. Ciclo agrícola P-V 2017. Campo Experimental Chetumal.

ciclo en que fueron evaluadas, alcanzaron valores superiores a la media estatal (6 t ha⁻¹) y a lo generado por el testigo, prometen alto potencial de rendimiento bajo el sistema RTQ que predomina en la entidad. Particularmente, es de remarcar el alto rendimiento por hectárea que generaron las líneas I-14 (41.68) y I-6 (39.06) en tres cortes (Figura 4). Estos resultados superaron ligeramente a lo publicado por García, Nava y Ramírez (2017) en una evaluación de material avanzado de chile jalapeño; aunque no a las 55 t ha⁻¹ en cuatro cosechas que reportó García y Ramírez (2014) en un ensayo de líneas experimentales, bajo las mismas condiciones de manejo, pero con una distribución de lluvias muy regular y mayor a los 2,000 mm.

Peso de fruto. Esta variable mostró diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos en cada uno de los cortes y el promedio. En todos los cortes la prueba de medias Tukey al 95% clasificó al testigo Kohunlich como el mejor tratamiento al producir los frutos más pesados, 29 gr en promedio; asimismo, a la línea experimental I-21 con el fruto de menor peso, en este caso

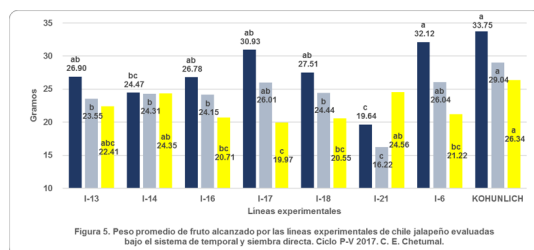


Figura 5. Peso promedio de fruto alcanzado por las líneas experimentales de chile jalapeño evaluadas bajo el sistema de temporal y siembra directa. Ciclo P-V 2017. C. E. Chetumal.

20.14 gr; es decir, una diferencia superior a 8 gr entre ambos tratamientos. Cabe señalar que en la mayoría de los tratamientos se observó la tendencia a disminuir el peso de fruto con el número de cortes, pues el promedio general pasó de 27.76 gr en el corte uno a 24.21 gr en el corte dos y finalmente a 22.51 gr por fruto en el corte tres (Figura 5).

4. Conclusiones

Bajo el sistema de siembra directa y condiciones de temporal, todas las líneas experimentales tuvieron un excelente comportamiento productivo, ya que superaron hasta 96% al testigo Kohunlich. Sin embargo, son de resaltar las líneas I-14 e I-6 con un rendimiento potencial arriba de las 39 t ha⁻¹. El peso promedio de los frutos del testigo Kohunlich fue superior a todas las líneas evaluadas. Los resultados mostrados por las líneas experimentales permiten augurar potencial para mejorar sustantivamente la productividad del chile jalapeño en Quintana Roo.

Referencias

- García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Tercera edición. Ed. Larrios. 71 p.
- García-Sandoval J. A y M. Ramírez-Meraz. 2016. Rendimiento y calidad de la producción de líneas avanzadas de chile jalapeño (*Capsicum annuum*) en Quintana Roo. Innovación Tecnológica para la Seguridad Alimentaria. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Villahermosa, Tabasco, México, noviembre 2016. pp 203-207.
- García-Sandoval J. A., R. J. Nava-Padilla y M. Ramírez-Meraz. 2014. Avance productivo de líneas promisorias de chile jalapeño bajo condiciones de temporal y siembra directa en Quintana Roo, México.

In extenso en memoria de 11ª Convención Mundial del Chile, celebrada del 2 al 4 de octubre de 2014, Morelia, Michoacán, México. pp 52-61.

- 4.SIAP. 2018. Estadística de la producción nacional, estatal, regional y municipal de chile verde. <http://www.siap.gob.mx/>, consultado el 10 de septiembre de 2018.

Crecimiento Y Rendimiento De Epazote (*Chenopodium Ambrosioides L.*) Cultivado En Sustrato Y En Invernadero

Gonzalez-Maza Sergio Vicente¹, Juárez-López Porfirio¹, Sainz-Aispuro Manuel De Jesús¹, Alia-Tejacal Irán¹, López-Martínez Víctor¹, Sánchez-Guillén Dagoberto², Avonce-Vergara Nelson³

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001. C.P. 62210. Cuernavaca, Morelos. gonzalezchecomaza@hotmail.com

²Escuela Superior de Estudios Superiores de Xalostoc. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Nicolás Bravo s/n, Parque Industrial Cuautla, C.P. 62717 Xalostoc, Ayala, Morelos

³Centro de Investigación en Dinámica Celular. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001. C.P. 62210. Cuernavaca, Morelos

Resumen

El epazote (*Chenopodium ambrosioides L.*) es una planta aromática de uso común en la cocina mexicana. El objetivo fue cuantificar el crecimiento y rendimiento en albahaca, en función de tres concentraciones de solución nutritiva. Los tratamientos fueron tres concentraciones de la solución nutritiva de Steiner: 50, 75, 100%, lo que equivale a 1.0, 1.5, 2.0 dS m⁻¹ de conductividad eléctrica, respectivamente. Se evaluó altura de planta, (cm), peso de biomasa fresca y seca (g) y área foliar (cm²). La solución nutritiva de Steiner a concentración de 100% favoreció el mayor peso de biomasa fresca y seca (71.2 g y 7.7 g por planta, respectivamente), así como la mayor área foliar (956.4 cm²), por lo que se recomienda emplear esa concentración en la producción de epazote cultivada en sustrato.

Palabras Clave: sustratos, cultivo sin suelo, planta aromática.

Abstract

'Epazote' (*Chenopodium ambrosioides L.*) is an aromatic plant commonly used in Mexican cuisine. The objective was to quantify the growth and yield in basil, based on three concentrations of nutritive solution. The treatments were three concentrations of the Steiner nutrient solution: 50, 75, 100%, which is equivalent to 1.0, 1.5, 2.0 dS m⁻¹ of electrical conductivity, respectively. Plant height, (cm), weight of fresh and dry biomass (g) and leaf area (cm²) were evaluated. The nutrient solution of Steiner at 100% concentration favored the greater weight of fresh and dry biomass (71.2 g and 7.7 g per plant, respectively), as well as the greater leaf area (956.4 cm²), so it is recommended to use that concentration in the production of epazote grown on substrate.

Key words: substrate, soilless culture, aromatic plant.

1. Introducción

El epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) es una planta aromática, perenne, ligeramente pubescente, con el tallo usualmente postrado, olor fuerte, de aproximadamente 40 cm de altura; las hojas son oblongo-lanceoladas y serradas, de entre 4 cm de longitud y 1 cm de ancho, con pequeñas flores verdes en panículos terminales densos, cada uno con cinco sépalos; el cáliz persistente circunda al fruto, y las semillas son negras y no mayores a 0.8 mm de longitud (Gómez-Castellanos, 2008). En México, en el año 2016 se cosecharon 477 ha, con una producción de 4,589.0 t, un rendimiento de 9.63 t ha⁻¹, y valor de la producción de \$ 62,053,890 pesos (SIAP, 2018). El requerimiento nutrimental es la cantidad de nutrimento requerida por la planta para satisfacer sus necesidades metabólicas, y a su vez, alcanzar el rendimiento máximo en un sistema de producción (Valentín-Miguel, Castro-Brindis, Rodríguez-Pérez, J.E.; Pérez Grajales, M. (2012). En este sentido, existe escasa información relacionada con el manejo de la nutrición mineral de albahaca que favorezca la expresión de rendimiento del cultivo y que permita hacer más eficiente el uso de los fertilizantes. Por lo anterior, el objetivo fue cuantificar el crecimiento y rendimiento en albahaca, en función de tres concentraciones de solución nutritiva.

2. Materiales y métodos

El trabajo experimental se realizó en un invernadero tipo túnel con cubierta plástica de color blanquecino y con malla antiáfidos en las paredes laterales, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, localizado en Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México; a 18° 58' 51" LN, 99° 13' 55" LO y altura de 1,866 m. Se utilizó el cultivar H-1000 de la empresa Hortaflo®. La siembra fue directa en bolsas de polietileno con capacidad de 8 L y que contenían tezontle como sustrato, con granulometría de 0.1 a 0.7 mm. Desde la siembra (28 de abril de 2018) hasta la emergencia se regó con agua de la llave, una semana después de la emergencia se comenzó a regar con solución Steiner a 25%. Los tratamientos se comenzaron a aplicar dos semanas después de la emergencia. Los tratamientos fueron tres concentraciones de la solución nutritiva de Steiner: 50, 75, 100%, lo que equivale a 1.0, 1.5, 2.0 dS m⁻¹ de conductividad eléctrica (Steiner, 1984), respectivamente. Se realizaron dos riegos diariamente de acuerdo a los tratamientos hasta antes de la floración. Se usó un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y 10 repeticiones. La unidad experimental fue una maceta que contenía una planta de epazote. Variables evaluadas. A los 68 días después de la siembra (5 de julio de 2018) se evaluaron los siguientes parámetros: altura de planta (cm), se midió desde la base hasta el ápice de la planta, con una regla graduada en cm; peso se biomasa fresca y seca (g) se cosecharon tallos y hojas, y se pesaron con una báscula OHAUS® con aproximación de 0.01 g. Para obtener la biomasa seca, los tallos y hojas cosechadas se secaron en una estufa Luzeren® Modelo Pro1002498 a 67 °C con aire forzado, hasta peso constante; área foliar (cm²), se cuantificó con un medidor de área foliar modelo LI-3100C, LI-COR®. Análisis estadístico. A los datos se les realizó un análisis de varianza y

comparación de medias por el método de Tukey ($p \leq 0.05$), mediante el programa estadístico SAS® (SAS, 2009).

3. Resultados y discusión

No se observaron diferencias estadísticas en altura de planta y en lecturas SPAD en ninguno de los tratamientos (Cuadro 1), pero sí en peso de biomasa fresca y seca, y en área foliar. En estas tres últimas variables la concentración de 100% favoreció los más altos valores. Con la solución de 50% se presentaron los valores menores en altura, peso fresco y peso seco, lo que indica que esta concentración no es suficiente para que el cultivo exprese su máximo potencial de crecimiento a los 68 ddt.

Cuadro 1. Parámetros crecimiento de epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) en función de tres concentraciones de la solución nutritiva de Steiner a los 68 dds

Concentración (%)	Altura (cm)	Peso fresco por planta (g)	Peso seco por planta (g)	Área foliar (cm ²)	Lecturas SPAD
50	55.5 a	34.7 b	3.6 b	486.9 b	43.3 a
75	59.3 a	50.7 ab	5.7 ab	627.8 ab	44.8 a
100	64.7 a	71.2 a	7.7 a	956.4 a	47.0 a
CV	12.4	16.4	15.3	18.2	6.2
DMS	10.9	21.4	2.2	349.1	7.0

Letras similares en el sentido de las columnas indican significancia estadística de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). dds: días después de la siembra.

Son escasos los estudios que relacionan la concentración de la solución nutritiva con el crecimiento de especies aromáticas. Al respecto, los resultados del presente estudio son aproximados a los de Carrasco, Ramírez y Vogel (2007), quienes reportaron mayor crecimiento y producción de materia fresca de la parte aérea de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) con 75% de la solución nutritiva. De igual manera, los resultados son coincidentes parcialmente con los reportados por Cruz-Crespo *et al.* (2017), quienes al evaluar el efecto de la concentración de la solución nutritiva Steiner en cilantro (*Coriandrum sativum*) encontraron que los mayores valores de altura, materia fresca y seca, se obtuvieron con las concentraciones de 75 y 100%.

4. Conclusiones

La solución nutritiva de Steiner a concentración de 100% favoreció el mayor peso de biomasa fresca y seca (71.2 g y 7.7 g por planta, respectivamente), así como la mayor área foliar (956.4 cm²), por lo que se recomienda emplear esa concentración en la producción de epazote cultivada en sustrato.

Referencias

1. Carrasco, G., Ramírez, P., Vogel, H. 2007. Efecto de la conductividad eléctrica de la solución nutritiva sobre el rendimiento y contenido de aceite esencial en albahaca cultivada en NFT. IDESIA. 25 (2): 59-62. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292007000200007
2. Cruz-Crespo, E., Can-Chulim, A., Loera-Rosales L.J., Aguilar-Benítez, G., Pineda- Pineda, J., Bugarín-Montoya, R. (2017). Extracción de N-P-K en *Coriandrum sativum* 'Pakistan' en hidroponía. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 8 (2): 355-367. <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.56>
3. Gómez-Castellanos, José Rubén. (2008). Epazote (*Chenopodium ambrosioides*). Revisión a sus características morfológicas, actividad farmacológica, y biogénesis de su principal principio activo, ascaridol. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas. 7(1): 3-9. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85670103>
4. SAS Institute. (2009). SAS software release 9.0. SAS institute Inc. Cary, N. C., USA. 830 p.
5. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2018). Producción agrícola por cultivo. Disponible en línea: <http://www.siap.gob.mx>. Consultado el 10 de agosto de 2018.
6. Steiner, A. A. (1984). The universal nutrient solution. In: Proc. 6th Int. Congress on Soilless Culture. ISOSC. Wageningen, The Netherlands. pp: 633-649.
7. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2018). Producción agrícola por cultivo. Disponible en línea: <http://www.siap.gob.mx>. Consultado el 01 de agosto de 2018.
8. Valentín-Miguel, M. C., Castro-Brindis, R., Rodríguez-Pérez, J.E., Pérez-Grajales, M. 2013. Extracción de macronutrientes en chile de agua (*Capsicum annuum*). 2013. Revista Chapingo Serie Horticultura. 19: 71-78. <https://doi:10.5154/r.rchsh.2012.02.013>

Efecto Del Bioestimulante Engordone® Sobre El Rendimiento Y Calidad Del Fruto En Olivo (*Olea Europaea L.*) En El Noroeste De México

Grijalva-Durón Saúl Abner¹, Grijalva-Contreras Raúl Leonel², Macías-Duarte Rubén², López-Carvajal Arturo², Robles-Contreras Fabián² Y Valenzuela-Ruiz Manuel De Jesús²

¹Gerente LIDA de México en el Noroeste de México. saulgrijalva@lidademexico.com

²Investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Sitio Experimental Caborca, Sonora

Resumen

Se realizó un experimento para evaluar el efecto del bioestimulante Engordone sobre el rendimiento y calidad de aceituna para mesa. El experimento se realizó en la ‘SPR Campo Aguilar’ durante el año 2017. Se utilizaron árboles de la variedad ‘Manzanilla’ de ocho años con un distanciamiento de 10x5m (200 árboles ha⁻¹) con riego por goteo. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que las aplicaciones de Engordone incrementaron el rendimiento de aceituna entre 6.2 a 16.0% con respecto al testigo; aunque sin diferencia estadística. Engordone redujo estadísticamente ($p < 0.01$) el porcentaje de rezaga. El tratamiento de dos aplicaciones de Engordone cuando el fruto tuvo un tamaño de un chícharo y otra a los 28 días después obtuvo el mayor peso de fruto y mejor relación pulpa-hueso.

Palabras Clave: *Olea europaea*, reguladores de crecimiento, productividad, tamaño de fruto.

Abstract

A study was carried out to evaluate the effect of Engordone bioestimulant on yield and olive table quality. The experiment was conducted at ‘SPR Campo Aguilar’ during 2017 year. In this trial we used olive orchard of eight years and the variety used was ‘Manzanilla’ with distance of planting of 10x5m (200 trees ha⁻¹) under drip irrigation system. Our results showed that Engordone applications increased the olive yield between 6.2 to 16.0 with respect to control but without statistical differences. Engordone application decreased statistically ($p < 0.01$) not commercial fruits percent. Treatment with two Engordone applications when the fruit had pea size and another 28 days later obtained greater fruit weight and better pulp-pit ratio.

Key words: *Olea europaea*, growth regulators, productivity, fruit weight.

1. Introducción

La producción comercial de olivo en el mundo se encuentra entre los 30° y 45° de latitud norte y sur. En el mundo se estima una superficie de 9.4 millones de ha de olivo, siendo España, Italia, Grecia y Turquía los países con más superficie y con el 79% de la producción. Por otro

lado, el 90% de la producción se dedica a la producción de aceite (2.9 millones de ton) y el 10% para aceituna de mesa (1.4 millones de ton). La tendencia del consumo y producción de aceite de oliva en el mundo se ha incrementado hasta un 97% en los últimos 20 años (COI, 2013).

En México, la superficie plantada de olivo para el 2014 fue de 8,560 ha de las cuales se cosecharon 3,623 ha. La producción nacional en ese año fue muy baja debido a problemas climáticos y solo se produjeron 9,994 toneladas con un valor de la producción de 73.8 millones de pesos. Los principales estados con olivos son Baja California, Sonora y Tamaulipas con una superficie de 4,606, 1,589 y 2,100 ha, respectivamente (SIAP, 2014). Por otro lado, se estima que alrededor del 60% de la producción de olivo se destina para la producción de aceite. El cultivo del olivo ofrece algunas ventajas como son: su alta eficiencia en el uso del agua, tolerancia a la salinidad del suelo y agua sin detrimento en su productividad, y sus productos la aceituna y el aceite son fuertemente demandados por el mercado internacional (Grijalva, López, Navarro y Fimbres, 2010). La aplicación de reguladores de crecimiento es una práctica común para incrementar el rendimiento y calidad en muchas especies frutícolas (Weaver, 1987). En el caso de la aceituna el tamaño de fruta es un factor determinante en el precio y aquella aceituna de un tamaño menor a 9/16 se considera rezaga y no es comprada por el comercializador, en años con alta productividad en los olivos y en los primeros días de cosecha, se alcanza hasta un 20% de fruto rechazado por falta de tamaño. Aplicaciones de ácido giberélico (AG_3) y ácido naftalenacético (ANA) durante el período de amarre de fruto para incrementar el tamaño de aceituna han dado resultados satisfactorios (Abdrabbot, 2013; Ramezani y Shekafandeh, 2009; Khalid, Qureshi, Khan, Hassan y Bibi, 2012). Sin embargo, previas investigaciones realizadas en olivo con aplicaciones de bioestimulantes como 'Bioforte' y 'Benefit' no han tenido efecto sobre el rendimiento y tamaño de la aceituna (Guerra, Armas y López, 2000; Grijalva, Grijalva, Macías, López y Robles, 2012). El objetivo del presente trabajo fue la aplicación del bioestimulante 'Engordone' con el fin de incrementar el rendimiento y calidad de aceituna para mesa bajo condiciones áridas del noroeste de México.

2. Materiales y métodos

El experimento se realizó durante el año 2017 en la región agrícola de Caborca, Sonora en el predio 'SPR Campo Aguilar'. Se utilizaron árboles de la variedad 'Manzanilla' de ocho años con un distanciamiento de 10x5m (200 árboles ha^{-1}) con presencia de árboles polinizadores de la variedad 'Barouni'. El olivar se estableció bajo riego por goteo, usando dos mangueras sobre la hilera y cada árbol contó con tres goteros por manguera con un gasto de 4.0 L ha^{-1} . La frecuencia del riego fue de 7 días con una duración de 24 horas. El resto de las prácticas culturales como poda, fertilización, control de plagas y malezas fueron realizadas al igual que el productor. La fecha cosecha en todos los tratamientos se realizó el 20 de julio del 2017 en forma manual. Los tratamientos aplicados se describen en el Cuadro 1.

En todos los tratamientos donde se aplicó Engordone se le agregó Lidamino® (1.0 ml L⁻¹) y Vintre (1.0 ml L⁻¹) como adherente. La primera aplicación se realizó el 25 de abril a los 23 días después de plena floración y la segunda el 23 de mayo del cuando el fruto iniciaba con el endurecimiento del hueso. Para la aplicación de los productos se utilizó una aspersora manual. Los árboles fueron aplicados al follaje hasta el punto de goteo, para lo cual se requirió un gasto de 6.0 L de agua por árbol.

Las variables evaluadas fueron: Rendimiento (ton árbol⁻¹), rezaga (%), peso de fruto (g), relación pulpa-hueso y porciento del rendimiento por tamaño de aceituna, para lo cual se separó en 5 tamaños de acuerdo al Cuadro 2. La clasificación por tamaño se realizó con el total de frutos cosechados por árbol en cada unidad experimental. La separación por tamaño se realizó usando una banda clasificadora.

Cuadro 1. Tratamientos de Engordone aplicados en olivo para la producción de aceituna de mesa en la variedad ‘Manzanilla’

Testigo	Descripción de los tratamientos
T1	Testigo
T2	Dos aplicaciones de ENGORDONE, la primera cuando el fruto alcanzó el tamaño de un chícharo con una dosis de 1.0 g/L de agua y la segunda a los 28 días después en dosis de 0.5 g/L de agua (Testigo LIDA)
T3	Una aplicación de ENGORDONE cuando el fruto alcanzó el tamaño de un chícharo con una dosis de 1.0 g/L de agua
T4	Una aplicación de ENGORDONE a los 28 días después que la aceituna alcanzó un tamaño de un chícharo

Cuadro 2. Clasificación del fruto y número de aceitunas por kilogramo en la variedad ‘Manzanilla’

Clasificación del fruto	Rango de aceitunas por kilogramo
2	402-408
3	317-329
4	254-275
5	227-236
6	204-220

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con cuatro repeticiones tomando un árbol como unidad experimental. Para la separación de medias se utilizó la prueba de D.M.S. ($p < 0.05$). Los análisis de varianza y las pruebas de medias se obtuvieron con el paquete estadístico UANL (Olivares, 2016).

3. Resultados y discusión

Aunque no se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, las aplicaciones de Engordone sobre el follaje en árboles de olivo incrementaron el rendimiento de aceituna entre 6.2 y 16.0% con respecto al testigo sin aplicación (Cuadro 3). Por otro lado, se denota una mejor respuesta cuando el Engordone fue aplicado en el inicio del endurecimiento del hueso, lo que hace pensar que el producto actuó en el proceso de elongación del fruto. Posiblemente para tener mejor efecto de Engordone y de Lidamino en la división celular, mejorar el proceso de floración, amarre de fruto y reducir la caída de frutos pequeños, la aplicación se deba hacer unos días antes y no esperar hasta que el fruto alcance el tamaño de un chícharo.

La aplicación de Engordone sobre el porcentaje de rezaga (frutos de tamaño $<9/16$) que son rechazados en el mercado de exportación presentó diferencia altamente estadística ($p < 0.01$) entre los tratamientos. El tratamiento testigo tuvo el mayor porcentaje con 3.1% siendo estadísticamente diferente en el resto de los tratamientos, este valor varió de 1.6 a 2.0 en los tratamientos con Engordone y sin diferencia estadística entre ellos. En años con alta productividad en huertas adultas y al inicio de la cosecha el porcentaje de la producción que se va a la rezaga llega alcanzar hasta un 20%. Los bajos valores presentados en el presente trabajo se deben a la juvenilidad del olivar y ser un año de una productividad intermedia.

Cuadro 3. Rendimiento y porcentaje de rezaga y calidad de fruto en la evaluación del bioestimulante Engordone en olivo variedad Manzanilla

Tratamiento	Rendimiento (ton ha ⁻¹)	Rezaga (%)	Peso de fruto (g)	Relación pulpa hueso
T1	6.8	3.1 a ^z	3.60	3.61
T2	7.9	2.0 b	3.65	3.68
T3	7.3	1.8 b	3.60	3.60
T4	8.1	1.6 b	3.49	3.49
Significancia	N.S.	0.01	N.S.	N.S.

^zMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (D.M.S. 5%). N.S. No significancia.

En calidad de fruto, tanto en peso como en la relación pulpa-hueso no se presentaron diferencia estadística entre los tratamientos, pero se observó que el T2 que es el que recomienda LIDA presentó ligeramente mayor tamaño y mejor relación pulpa-hueso a pesar de la alta productividad que tuvo este tratamiento.

Finalmente, el porcentaje de rendimiento clasificado por seis tamaños de aceituna, no presentó diferencia estadística en ningún tamaño (Cuadro 4). Se denota una leve tendencia que el tratamiento testigo (T1) tuvo mayor porcentaje de aceitunas chicas (clasificaciones 2 y 3) y que la aplicación repetida de Engordone y la aplicada en tamaño de un chícharo T2 y T2 tuvo mayor presencia de aceitunas medianas (clasificación 4) y que Engordone aplicado en el inicio del endurecimiento del hueso T4 tuvo mayor porcentaje de aceitunas grandes (clasificación 5 y 6).

Los resultados encontrados en el presente trabajo superan a los encontrados por Grijalva *et al.* (2012) cuando aplicó Bioforte y a Guerra *et al.* (2000) al aplicar Benefit PZ.

Cuadro 4. Porcentaje del rendimiento por tamaño de aceituna en la evaluación del bioestimulante Engordone en olivo variedad Manzanilla

Tratamiento	Clasificación de aceituna				
	2	3	4	5	6
T1	6.2	33.5	45.7	10.2	4.4
T2	5.1	33.0	49.6	8.3	4.0
T3	5.3	26.5	52.9	8.1	7.2
T4	4.7	29.1	48.3	11.1	6.8
Significancia	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

4. Conclusiones

La aplicación de Engordone al follaje incrementó el rendimiento de aceituna entre un 6.2 a 16.0%, con respecto al testigo, pero sin diferencia estadística. La aplicación de Engordone redujo con significancia estadística la cantidad de aceituna de rezaga, la cual es rechazada para la exportación por tener tamaño menor a 9/16.

Aunque sin diferencia estadística se observó un ligero incremento en el peso del fruto, relación pulpa-hueso y uniformidad de tamaños con la aplicación de Engordone en épocas y dosis recomendado por la empresa.

5. Recomendaciones

Se sugiere repetir el experimento, pero como una validación comercial donde se aplique el Engordone y Lidamino al final de la floración, disminuyendo la dosis de Engordone 0.5 ml L⁻¹ y la segunda aplicación durante el endurecimiento del hueso, aplicando una dosis de 1.0 ml L⁻¹ y eliminar la aplicación de Lidamino.

Referencias

1. Abdrabboh, G.A. (2013). Effect of some growth regulators on yield and fruit quality of Manzanillo olive tree. *Nature and Science*, 11, 143-151.
2. Consejo Oleico Internacional. (COI). (2013). Cifras del mercado mundial del aceite de oliva. www.internationalolive.org. Consultada en febrero del 2016.
3. Grijalva, C.R.L., López C.A., Navarro A.J.A.C. and Fimbres F.A. (2010). El cultivo del olivo bajo condiciones desérticas del Noroeste de Sonora. Folleto Técnico No. 41. SAGARPA-INIFAP-CECH-CECAB. 100 p.
4. Grijalva C.R.L., Grijalva D.S.A., Macías D.R., López C.A. y Robles C.F. (2012). Respuesta de la polinización cruzada y de un bioestimulante en la productividad del olivo bajo condiciones desérticas de Sonora. *Biotecnología*, 14, 39-44.
5. Guerra, S.L., Armas R.R. y López, C.A. (2000). Efectividad del bioestimulante Benefit PZ en aumentar el tamaño de aceituna en olivo (*Olea europaea* L.) cv Manzanillo en la región de Caborca, Sonora. III

- Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas. pp 64-68.
6. Khalil, F., Qureshi M., Khan A., Hassan F. and Bibi N. (2012). Effect of girdling and plant growth regulators on productivity in olive (*Olea europaea*). Pakistan Journal Agricultural Research, 25,120-128.
 7. Olivares, S.E. (2016). Paquete de Diseños Experimentales. FAUANL. Versión 1.7. Facultad de Agronomía. UANL. Marín Nuevo León, México.
 8. Ramezani, S. and Shekafandeh. (2009). Roles of gibberelic acid and zinc sulphate in increasing size and weight of olive fruit. African Journal of Biotechnology, 8,6791-6794.
 9. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2014). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). [http//www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx). Consultada en enero del 2016.
 10. Weaver, R. 1987. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas.622 p.

Aplicación De Un Biofertilizante Formulado Con Algas Marinas Al Suelo Y Al Follaje En Una Plantación De Chile Anaheim (*Capsicum Annuum L.*) Híbrido Cardón, Previamente Podado

Jiménez-León José, López E. Jesús, Huez L. Marco A., Burquez D. Víctor M.

Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Rosales y Boulevard Luis Encinas 83000 Hermosillo, Sonora, México josejim59@guayacan.uson.mx

Resumen

La producción de cultivos en casa sombra, hace posible obtener mayores rendimientos y mejor calidad de frutos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la aplicación de un biofertilizante hecho a base de algas marinas sobre la producción de chile tipo Anaheim (*Capsicum annuum L.*), híbrido Cardón con el propósito de mejorar el rendimiento durante el ciclo Primavera-verano de 2018, en el Campo Experimental de la Universidad de Sonora, México bajo condiciones de agricultura protegida. Las variables evaluadas fueron peso de fruto, número de frutos por planta, y rendimiento. Por lo que respecta a la comparación de promedios los tratamientos foliar y al suelo mostraron mayor peso de fruto que el testigo en todos los cortes, aunque al final no presentaron diferencias significativas entre los tres; lo mismo sucedió para el promedio total. Para la variable frutos por planta se observa que en todos los tratamientos incluyendo el total de frutos acumulados, el tratamiento Algamar® tanto vía foliar como en suelo tuvieron los valores más altos, pero no mostraron diferencias significativas entre ellos. En cuanto al rendimiento se puede observar que Algamar aplicado tanto vía foliar como en suelo, resultaron con mayor rendimiento comparados con el testigo. Sin embargo, los tratamientos y el rendimiento total acumulado no mostraron diferencias significativas. Los resultados obtenidos de la presente investigación muestran que la incorporación de extractos de algas marinas proporciona dosis suplementarias de bioestimulantes que promueven efectos positivos en la producción de chile Anaheim.

Palabras Clave: algas marinas, agricultura protegida, Chile.

Abstract

The production of crops in shade house, it is possible to obtain higher yields and better fruit quality. The objective of this work was to evaluate the application of a biofertilizer made from marine algae on the production of chili pepper type Anaheim (*Capsicum annuum L.*), hybrid Cardón with the purpose of improving the yield during the Spring-Summer cycle of 2018, in the Experimental Field of the University of Sonora, Mexico under protected agricultural conditions. The variables evaluated were fruit weight, number of fruits per plant and yield. Regarding the comparison of the averages, foliar and soil treatments are considered higher, although in the end there are no differences of differences between the three; the same thing happened for the total average. For the variable fruits per plant it is observed that all the treatments include the total of accumulated fruits, the Algamar® treatment both via foliar and in the soil has the highest values, but there are no differences between them. Regarding the yield, it can be observed that Algamar

was applied both to the foliar route and to the soil, it was more efficient compared to the control. However, the treatments and total cumulative yield the results obtained from the research show that the incorporation of marine extracts provide supplementary doses of biostimulants that promote positive effects in the production of Anaheim chili.

Key words: Seaweed, Protected agriculture, Anaheim pepper.

1. Introducción

México es el país con la mayor diversidad de *Capsicum annuum*, donde se cultiva prácticamente en todo el territorio, con sistemas de producción y problemáticas muy diversos (Zegbe, Valdez y Lara, 2012). En la última década la superficie sembrada con chile registró una tasa de crecimiento media anual de 0.6%; el rendimiento aumentó y la producción mantuvo un ritmo de crecimiento de 1.5%. Este comportamiento es el resultado de la incorporación de avanzados sistemas de producción, incluyendo la agricultura protegida (INFORURAL, 2012). Una de las principales tareas de los científicos es encontrar formas naturales de mejorar la productividad de las plantas, que conduzca a una agricultura respetuosa con el medio ambiente (Nagy y Pintér, 2014). La reducción del uso de fertilizantes químicos en la agricultura es esencial para minimizar el impacto ambiental y mejorar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (du Jardin 2015; Van Oosten, Pepe, De pascale, Silletti, Maggio, 2017). Las algas se han utilizado en la producción de cultivos durante siglos, especialmente en las zonas costeras. Los extractos de algas marinas también se han utilizado durante décadas, pero se han vuelto más ampliamente aceptadas en los últimos 10 a 15 años, particularmente en la agricultura orgánica (Craigie, 2011). *Ascophyllum nodosum* L., es una fuente reconocida que contiene reguladores de crecimiento importantes como: citoquinas, auxinas, betaínas, oligosacáridos y otros compuestos orgánicos, así como macro y micronutrientes. Los extractos de algas marinas pueden ser utilizados como suplementos nutricionales, bioestimulantes o fertilizantes en la agricultura y horticultura, como biofertilizantes se pueden utilizar en extracto líquido o granular (polvo), el cual se puede aplicar vía foliar o al suelo (Hernández, Santacruz, Ruiz, Norrie y Hernández, 2014).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación del biofertilizante Algamar® formulado a base de extractos de algas marinas aplicados vía foliar y al suelo en una plantación de chile Anaheim, híbrido Cardón previamente podado, en relación con el rendimiento y calidad del fruto durante el ciclo Primavera-verano de 2018.

2. Materiales y métodos

La presente investigación se realizó bajo un sistema de agricultura protegida durante el ciclo primavera-verano de 2018, en el Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora (29° 00' 51" latitud norte, 111° 07' 59" longitud oeste y una altitud de 149 MSNM), clima BW(h) hw(e) el cual corresponde a la categoría de muy árido, extremo y cálido (García, 1988). Se utilizó un área de casa sombra de 375 m². Se evaluó un genotipo de chile tipo Anaheim (*Capsicum annuum* L) híbrido Cardón., La poda al cultivo se

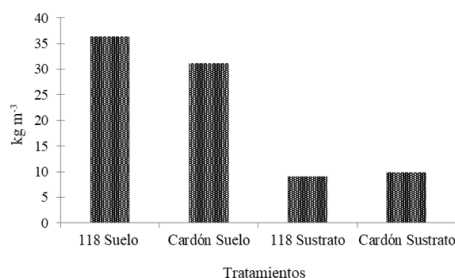
realizó el 19 de febrero de 2018. Se aplicó la fertilización complementaria el producto Algamar®, con dosis foliar de 2 mL por litro de agua, y al suelo de 2 L ha⁻¹. La densidad de plantación fue de 3.3 plantas m². La aplicación del riego se realizó cuando la tensión de humedad alcanzó valores de -15 a -20 kPa en tensiómetros colocados a 30 cm de profundidad, usando cinta colocada superficialmente al lado de la hilera del cultivo, con goteros separados 30 cm y gasto de 1 L h⁻¹. La fertilización utilizada fue 290N-75P-250K-70Ca-45Mg kg ha⁻¹. Las variables que se evaluaron fueron: peso del fruto, número de frutos por planta y rendimiento. El experimento se realizó de acuerdo con un diseño completamente al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos de cada variable de estudio se procesaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), usando el programa estadístico SAS (SAS Institute Inc., 2006).

3. Resultados y discusión

El periodo de producción de chile Anaheim fue de 134 días, realizándose el primer corte a los 75 días y acumulando seis cortes en total. Para el peso del fruto (Cuadro 1). Los tratamientos Algamar aplicados al follaje y al suelo mostraron mayor peso que el testigo en todos los cortes, aunque no presentaron diferencias significativas; lo mismo sucedió para el promedio total. Los resultados obtenidos no coinciden con Della Costa y Gianquinto (2002), quienes en estudio realizado en campo abierto observaron que un estrés hídrico continuo es la causa la reducción del peso fresco de chile.

Los resultados del número de frutos por planta (Cuadro 2) nos muestran que en todos los tratamientos incluyendo el total de frutos acumulados, el tratamiento Algamar® tanto foliar como al suelo tuvieron valores más altos, pero no mostraron diferencias significativas entre ellos y el testigo. En el caso de Klar y Jadoski (2004), reportaron que la reducción del número de frutos en condiciones de campo puede ser atribuido al estrés hídrico. Esto ocurre también cuando las plantas son sujetas a diferentes calendarios de riego.

Respecto al rendimiento (Cuadro 3) se puede observar que los tratamientos vía foliar y en suelo fueron superiores que el testigo, solo en los cortes dos y cuatro se presentaron diferencias significativas. Sin embargo, los tratamientos y el rendimiento total acumulado no mostraron diferencias. Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por (Santoyo, Martínez y Garzón, 2006), quienes evaluando chile Anaheim obtuvieron un menor rendimiento al obtenido en el presente trabajo.



Cuadro 1. Peso de fruto (g) de chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.) híbrido Cardón, con aplicación foliar y al suelo de un producto a base de algas marinas, en condiciones de agricultura protegida

Tratamiento	Corte I	Corte II	Corte III	Corte IV	Corte V	Corte VI	Corte VII
Algamar foliar	58.57a [¶]	58.49a	58.30a	60.15a	62.08a	61.80a	59.90a
Algamar suelo	52.94a	56.32a	56.34a	55.24a	63.92a	60.19a	57.49a
Testigo	46.92a	49.82a	49.82a	55.20a	56.19a	56.39a	52.39a

[¶]Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes (Tukey $P \leq 0.05$).

Cuadro 2. Frutos por planta de chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.), híbrido Cardón, con aplicación foliar y al suelo de un producto a base de algas marinas, en condiciones de agricultura protegida

Tratamiento	Corte I	Corte II	Corte III	Corte IV	Corte V	Corte VI	Media
Algamar foliar	6.00a [¶]	11.75a	12.25a	10.00a	11.75a	11.35a	10.50a
Algamar suelo	6.25a	11.25a	13.50a	10.75a	9.00a	11.15a	10.31a
Testigo	5.50a	8.50a	9.75a	5.50a	7.50a	8.50a	7.55a

[¶]Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes (Tukey $P \leq 0.05$).

Cuadro 3. Rendimiento (kg ha⁻¹) de chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.), híbrido Cardón, con aplicación foliar y al suelo de un producto a base de algas marinas, en condiciones de agricultura protegida

Tratamiento	Corte I	Corte II	Corte III	Corte IV	Corte V	Corte VI	Total
Algamar foliar	11610a [¶]	15453a	23668a	20090a	23817a	24577a	19869a
Algamar suelo	10930a	11983ab	25356a	18854ab	19073a	23555a	18292a
Testigo	8384a	8695b	16237a	9921b	14140a	15665a	12174a

[¶]Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes (Tukey $P \leq 0.05$).

4. Conclusiones

Los resultados de este estudio muestran que los extractos de algas marinas proporcionan dosis suplementarias de bioestimulantes que promueven efectos positivos en la producción de chile Anaheim híbrido Cardón. Algamar aplicado tanto vía foliar como al suelo, resultaron con mayor rendimiento comparados con el testigo.

Referencias

1. Craigie, J.S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J. Appl. Phycol.* 23:371-393.
2. Della Costa, L., Gianquinto, G. 2002. Water stress and water table depth influence yield, water use efficiency, and nitrogen recovery in bell pepper: Lysimeter Studies. *Aust. J. Agric. Res.* 53:201-210.
3. Du Jardin P. 2015. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Sci Hortic.* 196:3-14.
4. García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Offset Laros, México, D.F.
5. Hernández, H. R. M.; Santacruz, R. F.; Ruiz, L. M. A.; Norrie, J. and Hernández, C. G. 2014. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *J. Appl. Phycol.* 26(1): 619-628.
6. INFORURAL. 2012. Chile, producción nacional. Disponible en: <http://www.inforural.com.mx/spip.php?article7381>

7. Klar, A.E., Jadoski, S.O. 2004. Irrigation and mulching management for sweet pepper crop in protected environment. *Irriga Botucatu* 6:217-224.
8. Nagy, P.T., T. Pintér. 2014. Effects of Foliar Biofertilizer Sprays on Nutrient Uptake, Yield and Quality Parameters of Blaufrankish (*Vitis vinifera* L.) Grapes, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, DOI: 10.1080/00103624.2014.989016.
9. Santoyo, J.J.A., Martínez, A.C.O., Garzón, J.A. 2006. Validación del potencial productivo de chiles anchos y picosos en el sur de Sinaloa. *Fundación PRODUCE Sinaloa*.
10. SAS Institute Inc. 1996. *The SAS System for Windows Release 6.12*. Cary, N. C. USA.
11. Van Oosten M. J., O. Pepe, S. De Pascale, S. Silletti, A. Maggio. 2017. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chem Biol Techn Agric*. 4:5.
12. Zegbe, J., Valdez, R. and Lara, A. (2012) Cultivo del Chile en México. Tendencias de producción y problemas fitosanitarios actuales. *Revista fitotecnia mexicana*, 35,183.

Efecto De La Aplicación De Hidrogel En La Productividad De Olivo En Regiones Desérticas

Macías Duarte Rubén, Grijalva Contreras Raúl Leonel, Robles Contreras Fabián, Valenzuela Ruíz Manuel De Jesús, López Carvajal Arturo

Campo Experimental Costa de Hermosillo. Sitio Experimental Caborca. INIFAP. Avenida S No. 8 Norte. C.P. 83600. Tel. 015538718700 Ext. 81107. H. Caborca, Sonora, México

macias.ruben@inifap.gob.mx

Resumen

La sobre explotación del manto freático y la escases de agua en la región semidesértica del norte de Sonora, representa un grave problema. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de un hidrogel (H) al suelo y un déficit de riego al 50% (DR50%) sobre el contenido de humedad en el suelo, el rendimiento y calidad del cultivo del olivo en la región semidesértica de Caborca, Sonora, durante el ciclo 2016-2017. Los tratamientos evaluados fueron: R100% (testigo), R100%+H y R50%+H. Los resultados indican diferencias estadísticas entre los tratamientos. El tratamiento DR50%+H registro el menor contenidos de humedad en el suelo, con valor de tensión de humedad de 24.3 Kpa mientras que los tratamientos R100% y R100%+H presentaron un mayor contenido de humedad en el suelo con valores de tensión de 14.6 Kpa y 14.0 Kpa, respectivamente. El rendimiento fue estadísticamente igual para todos los tratamientos, con una producción de 73.2, 74.2 y 92.5 kg/árbol respectivamente para R50%+H, R100% (testigo) y R100%+H.

Palabras Clave: Eficiencia, riego, agua.

Abstract

The over exploitation of the water freatic level and the scarcity of that resourse in the semi-desert region of Northern Sonora represents a serious problem. The objective of this study was to evaluate the effect of the application of hydrogel (H) to the soil and irrigation deficit at 50% (DR50%) on the moisture in the soil, the yield and quality of the olive in the semidesert region of Caborca, Sonora, during the 2016-2017 cycle. The treatments evaluated were: R100% (control), R100%+H and R50% + H. The results obtained indicate The results indicate statistical differences between treatments. The R50% + H treatment registered the lowest moisture content in the soil, with a moisture tension value of 24.3 Kpa, while the R100% and R100% + H treatments presented a higher moisture content in the soil with values of 14.6 Kpa and 14.0 Kpa, respectively. The yield was statistically the same for all treatments, with a production of 73.2, 74.2 and 92.5 kg / tree respectively for R50% + H, R100% (control) and R100% + H.

Key words: Efficiency, irrigation, water, Olea eropeae.

1. Introducción

La baja disponibilidad de agua, en la región semiárida de Caborca, Sonora debido a la baja recarga de agua del manto freático, hacen necesario implementar un manejo tecnológico más eficiente del agua en la producción agrícola. Investigaciones realizadas con el uso de polímeros hidrófilos (hidrogeles), indican que mejoran la capacidad de retención de agua en el suelo al aprovechar mejor el agua de lluvia o riego, al perderse menor cantidad por percolación, así como disminuir la evaporación de la misma, reducir la lixiviación de nutrientes y mejorar la aireación y drenaje del suelo (Sojka, Bjerneberg, Entry, Lentz y Orts, 2007). El efecto de los polímeros hidrófilos es más evidente en suelos con drenaje alto (Idrobo, Rodríguez y Díaz, 2010), de textura arenosa (Ross, Sojka y Foerster, 2003), al igual que en climas áridos (Albuquerque *et al.*, 2009). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de un hidrogel (H) al suelo y un déficit de riego al 50% (DR50%) sobre el contenido de humedad en el suelo, el rendimiento y calidad del cultivo del olivo.

2. Materiales y métodos

El experimento se realizó en el ciclo 2016-2017, en la región olivarera de la costa de Caborca, en un huerto de 17 años de edad, en un clima desértico, con una precipitación menor a 200 mm anuales (Robles, 2001). El suelo de textura arenosa, una conductividad eléctrica de 7.9 dS m^{-1} , 1.4% de materia orgánica y un pH de 7.9. Los tratamientos evaluados fueron: Tratamiento del productor R100% (testigo), R100%+H y R50%+H. Los riegos se aplicaron en los dos primeros tratamientos con goteros de un gasto de 8 Lh^{-1} durante todo el año. En el tercer tratamiento se redujo en un 50% el volumen de agua aplicado por el productor con el uso de goteros 4 L h^{-1} . En el segundo y tercer tratamiento, se aplicó hidrogel (BountiGel™ G) al suelo por abajo de la línea de las mangueras regantes en dosis de 10 kg ha^{-1} (50 g árbol^{-1}) distribuidos en 5 hoyos por árbol a una distancia de 1.0 m entre ellos y con una profundidad de 30 cm a todos los tratamientos evaluados se les aplicó un total de 66 riegos durante todo el año bajo el sistema de riego por goteo. Al tratamiento R50%+H, del total de 66 riegos, a 30 de ellos, se les redujo en un 50% el volumen de agua aplicado respecto al testigo, durante el periodo del 02 de diciembre del 2016 al 19 marzo del 2017. Durante el periodo de evaluación, se midió el contenido de humedad del suelo, por medio sensores de la marca Watermark, en donde las lecturas cercanas a cero corresponden a un suelo completamente saturado de agua y las cercanas a 40 Kpa a un suelo que requiere riego (Payan, Morales, Valdez, Martín y Ibarra, 2013). Los sensores, se colocaron a ambos lados del gotero a una distancia aproximadamente de 35 cm del mismo. Las variables evaluadas fueron: contenido de humedad en el suelo (Kpa) a 40 cm y 80 cm de profundidad, rendimiento (kg árbol^{-1}) y peso de fruto (g). La evaluación se estableció en campo de acuerdo a un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

3. Resultados y discusión

Humedad del suelo. La humedad del suelo registrado durante el periodo de evaluación fue muy uniforme en la capa de 0 a 80 cm de profundidad ya que, en forma general, no se observaron diferencias estadísticas entre los contenidos de humedad a 40 cm y a 80 cm de profundidad con valores de 18.1 Kpa y 17.2 Kpa, respectivamente para ambas profundidades (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores de humedad del suelo (Kpa) correspondiente a dos profundidades en el cultivo del olivo cultivar ‘Manzanilla de Sevilla’

Profundidad (cm)	Humedad del suelo (Kpa)
40	18.1 a ^z
80	17.2 a

^zMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 5%).

En la combinación de la aplicación dos cantidades de agua de riego (R100% y R50%) más del hidrogel, en el análisis estadístico, detectó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos de riego evaluados, El tratamiento R50%+H registro el menor contenido de humedad en el suelo, con una tensión de humedad promedio de 24.3 Kpa mientras que los tratamientos R100% y R100%+H presentaron un mayor contenido de humedad en el suelo con valores de tensión de 14.6 Kpa y 14.0 Kpa, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores de humedad del suelo (Kpa) correspondiente a cuatro tratamientos de riego en olivo cultivar ‘Manzanilla de Sevilla’

Tratamiento	Humedad del suelo (Kpa)
DR50 % + H	24.3 a
R100 %	14.6 b
R100% + H	14.0 b

^zMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 5%).

Al agregar hidrogel al tratamiento testigo no presentó respuesta positiva con respecto al contenido de humedad en el suelo. Las diferencias presentadas en el contenido de humedad, se debieron a la reducción del volumen de agua aplicado (Cuadro 2). Los valores de humedad del suelo correspondientes a la interacción entre la profundidad del suelo y tratamientos de riego muestran la misma respuesta que los resultados anteriores como se observa en el Cuadro 3.

Los tratamientos con 100% de humedad, con y sin hidrogel, presentaron un mayor contenido de humedad, sin fluctuaciones y más uniforme durante todo el periodo de evaluación con lecturas alrededor de 14 Kpa, mientras que el tratamiento DR50%+H presentó menor contenido de humedad con una mayor fluctuación durante el periodo de evaluación. Al respecto Payan *et al.*, (2013), indican que el valor de 40 Kpa es el valor indicado para iniciar la aplicación del riego. Por otro lado, el instructivo de instalación y operación del medidor de humedad del suelo

Watermark (Irrometer) recomienda que, de acuerdo a la textura prevaleciente en la región, el rango normal para aplicar los riegos es de 30 a 60 Kpa. De acuerdo a lo anterior, se puede desprender que en el tratamiento R100% (tratamiento del productor) con y sin hidrogel, se aplicó agua en exceso durante todo el periodo, aunado a que el olivo, es un cultivo que presenta una alta eficiencia en el uso del agua (Grijalva *et al.*, 2010).

Cuadro 3. Valores de humedad del suelo (Kpa) correspondiente a la interacción profundidad del suelo - tratamientos de riego en olivo cultivar ‘Manzanilla de Sevilla’

Tratamiento	Humedad del suelo (Kpa)
40 cm - DR 50% + H	24.9 a
80 cm - DR50% + H	23.7 a
40 cm - R100%	14.9 b
40 cm - R100% + H	14.5 b
80 cm - R100%	14.4 b
80 cm - R100% + H	13.6 b

^zMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 5%).

A todos los tratamientos evaluados se les aplicó un total de 66 riegos durante todo el ciclo del cultivo, correspondiendo una lámina total de 126.7 cm (12,760 m³ ha⁻¹) al tratamiento testigo R100% con y sin hidrogel, mientras que a los tratamientos con el uso de DR50%+H se le aplicó una lámina total de 97.9 cm (9,790 m³ ha⁻¹) lo que representa una reducción de 28.7 cm (2870 m³ ha⁻¹) con respecto al tratamiento del productor regional, siendo un 22.7% menor el volumen de agua aplicado con el déficit de riego. Al respecto, Grijalva *et al.*, (2016) menciona que, en una evaluación similar, con la aplicación de un DR50% en olivo, obtuvo una disminución en lámina de riego de 21.6 cm.

Considerando que en la región se encuentran establecidas 1589 has con el cultivo del olivo (SIAP, 2014), son regadas con la tecnología tradicional del productor regional. En la producción de olivo en la región, es factible reducir la extracción de agua del acuífero, con el uso de la tecnología evaluada en el presente trabajo, en un volumen aproximado de 4, 576,320 m³ anuales, lo cual representa un importante ahorro de agua considerando las condiciones de escasas de este recurso en esta región.

Rendimiento y calidad. Con la aplicación del DR50%+H, la reducción de humedad no afectó el rendimiento con respecto al testigo, lo cual concuerda con lo mencionado por Vita *et al.*, 2011. Los rendimientos fueron estadísticamente iguales para todos los tratamientos, con una producción de 73.2,74.2 y 92.5 kg/árbol respectivamente para el DR50%+H, R100% (testigo) y R100%+H. El peso de fruto, no fue afectado por la aplicación de hidrogel al suelo. La aplicación de este polímero no mejoró los valores de los cuatro parámetros y éstos no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Lo mismo sucedió con la aplicación del déficit de riego (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimiento y peso de fruto correspondiente a cuatro tratamientos en olivo cultivar ‘Manzanilla de Sevilla’

Tratamiento	Rendimiento (Kg árbol ⁻¹)	Rendimiento (Ton ha ⁻¹)	Peso de fruto
R100 % + H	92.2 a ^z	18.5 a ^z	3.5 a ^z
R100 %	74.2 a	14.8 a	3.4
DR50 % + H	73.2 a	14.6 a	3.7

^zMedias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 5%).

4. Conclusiones

Bajo las condiciones aplicadas durante el desarrollo de la evaluación se puede concluir que:

La aplicación de hidrogel no afectó el contenido de humedad en el suelo, tampoco el rendimiento ni la calidad del olivo.

El déficit de riego al 50% no afectó el rendimiento y calidad en el cultivo del olivo.

Referencias

- Albuquerque, J.A.C, De Lima V.L.A, Meneses D, Acevedo C.A.V, Dantas J. and Da Silva J.G. (2009). Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(6), 671-679.
- Grijalva, C.R.L, Aguilar S.J.C, Macías D.R, López C.A, Robles C.F. y Valenzuela R.M.J. (2016). Efecto del déficit de riego sobre la productividad, calidad y uso del agua en olivo (*Olea europaea* L.) bajo ambiente cálido y árido de México. XIX Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. 28-29 octubre, 2016. Mexicali B.C. pp738-742.
- Idrobo, H, Rodríguez A.M. y Díaz J.E. (2010). Comportamiento del hidrogel en suelos arenosos. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*. 9, 33-37.
- Payan, O.S, Morales M.A, Valdez G.B, Martín R.M.H. and Ibarra F.F.A. (2013). Programa de riego en vid (*Vitis vinifera* L.) de mesa “Perlette” y Sugraone” con sensores de humedad. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 19(2),163-172.
- Robles C, F. (2001). Análisis climatológico de la región de Caborca, Sonora. Ciclo P-V 2001/2001. Reporte Técnico (Inédito), INIFAP-CIRNO-CECAB. Caborca, Sonora, México.7 p.
- Ross, C.W, Sojka R.E. and Foerster J.A. (2003). Scanning electron micrographs of polyacrylamide-treated soil in irrigation furrows. *J. Soil Water Conservation*. 58(5)327-331.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (SIAP). (2014). Cierre de la producción agrícola por estado. <http://www.siap.gob.mx> (Consultada el 07 de agosto de 2017).
- Sojka, R.E, Bjerneberg, D.L, Entry, J.A, Lentz, R.D. and Orts W.J. (2007). Polyacrylamide in agriculture and environmental land management. *Advances in Agronomy*. 92,75-162.
- Vita, S. F, Pacheco, D, Olguin, A., Bueno L., Carelli A., and Capraro F. (2011). Effect of regulated deficit strategies on productivity quality and water use efficiency in a high density ‘Arbequina’ olive orchard located in an arid region of Argentina. *Acta Horticulturae* 888: 81-88.

Efecto De La Micorriza *Glomus Iranicum* Var. *Tenuihypharum* Sobre La Producción Y Calidad De Nuez

Márquez Cervantes J. A.¹, Núñez Moreno J. H.², Ortiz Enríquez J. E.¹

¹ INIFAP-Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12. Cd. Obregón, Sonora. marquez.arnulfo@inifap.gob.mx

²INIFAP- Campo Experimental de la Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora

Resumen

La aplicación de hongos micorrizicos es muy importante en el nogal pecanero debido a su falta de pelos absorbentes en las raíces, sin embargo, no todos los géneros se asocian adecuadamente al nogal pecanero, por lo que el objetivo del presente estudio fue conocer el efecto de la especie *Glomus iranicum* var, *Tenuihypharum* sobre la producción y calidad de fruto del nogal pecanero. Para ello, se inoculó una sección de la huerta y otra se dejó sin inóculo; De éstas dos secciones se escogieron tres repeticiones de cinco árboles cada una y se cosecharon tomando las variables de rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$), Peso de la nuez (g), Peso de la cáscara (g), Peso de la almendra (g), % de almendra, % de nuez germinada, % de nuez con ruezno pegado, % de nuez güera, % de nuez verde y % de nuez vana. Los resultados obtenidos mostraron un efecto en incremento en la producción del 17.7% y sin diferencia significativa en las variables de calidad evaluadas.

Palabras Clave: *Carya illinoensis*, nogal pecanero, micorrizas.

Abstract

The application of mycorrhizal fungi is very important in the pecan tree due to its absence of absorbent hairs in the roots. However, not all genera are properly associated with the pecan tree, so the objective of the present study was to know the effect of the species *Glomus iranicum* var, *Tenuihypharum* on the production and quality of fruit of the pecan tree. For this, a section of the orchard was inoculated and another without inoculum; of these two sections, three repetitions of five trees each were chosen and harvested to evaluate the following variables: fruit yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), nut weight (g), shell weight (g), almond weight (g), % of almond, % of germinated nut, % of nut with attached pericarp, % of güera nut, % of immature nut and % of empty nut. The results obtained showed an effect in increasing production (17.7%) and there wasn't significant difference in the evaluated quality variables.

Key words: *Carya illinoensis*, pecanero nut, mycorrhizae.

1. Introducción

En el nogal pecanero es de vital importancia la asociación de hongos benéficos con las raíces ya que carece de pelos absorbentes donde dichas asociaciones conocidas como micorrizas viven en simbiosis. El hongo ayuda a la absorción de agua y nutrientes para la planta y la planta provee

a los hongos de carbohidratos. Existen ecto y endomicorrizas de las cuales puede haber asociaciones con diferente efectividad simbiótica dependiendo de la especie del hongo. En el caso del género *Carya* usualmente establecen simbiosis ectomicorrizicas, sin embargo hay algunos miembros del género *Carya* que pueden establecer asociaciones con hongos endomicorrizicos de los géneros *Glomus*, *Gigaspora*, *Sclerocystis* (Taber *et al.*, 1982; Brundrett *et al.*, 1990) citados por Tarango *et al.* (2004). En Chihuahua, se encontraron hongos micorrízicos arbusculares de los géneros *Glomus* y *Gigaspora* en nogal (Márquez *et al.*, 2009) y recientemente en un estudio realizado en la Habana, con enmiendas de fertilizantes, humus de lombriz y micorrizas, encontraron que micorrizas aportó el 95% en calidad de fruto con una inoculación de 33 g.cm⁻¹ de diámetro de tronco (Flores *et al.*, 2018). En relación al hongo *Glomus iranicum var. Tenuihypharum*, en nogal pecanero se menciona por la empresa que lo comercializa que su efecto es positivo mejorando la proliferación de la micorriza, la absorción de agua y nutrientes y por ende la obtención de rendimiento y calidad de fruto, por lo que el objetivo de este estudio fue corroborar los beneficios de aplicar este hongo en nogal pecanero en el Valle del Yaqui, Sonora.

2. Materiales y métodos

En el Valle del Yaqui, Sonora en el año 2017, en el Block 1616 se evaluó un tratamiento con la aplicación del hongo *Glomus iranicum var. Tenuihypharum* a una dosis de 3 kg.ha⁻¹ /ha, aplicado a través del sistema de riego por goteo en una plantación de nogal pecanero de 7 años de edad y octavo verdor, comparado con un testigo donde no se aplicó algún hongo. El diseño experimental fue bloques al azar con tres repeticiones de cinco árboles cada uno. Las variables evaluadas fueron: Rendimiento (kg.ha⁻¹), Peso de la nuez (g), Peso de la cáscara (g), Peso de la almendra (g), % de almendra, % de nuez germinada, % de nuez con ruezno pegado, % de nuez güera, % de nuez verde y % de nuez vana. El análisis estadístico fue con el paquete SAS.

3. Resultados y discusión

La aplicación del hongo *Glomus iranicum var. Tenuihypharum* presenta un efecto positivo en la producción de nuez del 17.7% que representa 371 kg más que el testigo no aplicado, sin embargo, no mostró diferencia significativa entre los parámetros de calidad evaluados (Cuadro 1), lo que no concuerda con lo encontrado en un estudio del nogal en la Habana, Cuba (Flores *et al.*, 2018) que obtuvo una alta influencia de micorrizas en la calidad de nuez.

Otras variables de calidad, como las evaluadas en el Cuadro 2, no presentaron diferencia significativa, encontrando en ellas una calidad excelente con o sin micorrizas. Destacan tanto el peso de la nuez como el porcentaje de almendra, cerca del 60% y por otro lado, casi no hubo presencia de nueces vanas.

Cuadro 1. Efecto de la aplicación de 3 kg de micorrizas (*Glomus iranicum* var. *Tenuihypharum*) sobre el rendimiento y calidad de la nuez. 2017

Tratamiento	Rendimiento (Kg/ha)	Nueces güeras (%)	Nueces germinadas (%)	Nueces con ruezno pegado (%)	Nueces verdes (%)	Nueces dañadas (%)
Con micorriza	2096 a	6.1 a	2.1 a	4.0 a	1	13.2 a
Sin micorriza	1725 b	5.3 a	1.3 a	2.3 a	1	9.9 a

Letras iguales no son diferentes. DMS ($P \leq 0.05$)

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de 3 Kg de micorrizas (*Glomus iranicum* var. *Tenuihypharum*) sobre la calidad de la nuez

Tratamiento	Peso de nuez (g)	Peso de cáscara (g)	Peso de almendra (g)	Almendra (%)	Nueces vanas (%)
Con micorriza	10.2 a	6.0 a	4.3 a	58.2 a	0.7 a
Sin micorriza	10.3 a	6.1 a	4.2 a	59.4 a	0.2 a

Letras iguales no son diferentes. DMS ($P \leq 0.05$)

4. Conclusión

La aplicación de micorrizas en nogal pecanero se asocia con un incremento del 17.7% en la producción de nuez, pero no se encontró relación con la calidad de la nuez.

Referencias

1. Flores C.M., Soto P.J., Piña, F.J., Pérez L.R. y Sánchez C.E. (2018). Contribución de nutrientes, enmiendas orgánicas y micorrizas, sobre componentes de rendimiento en nogal pecanero (*Carya illinoensis*). Cultivos Tropicales. 39 (1), 35-42.
2. Márquez M.E., Macías L.C., Franco R.A., Sánchez C.E., Jiménez C.J. y González G.J. (2009). Identificación y colonización natural de hongos micorrízicos arbusculares en nogal. Terra Latinoam. 27 (4), 355-361.
3. Tarango R. S., Macías B.C, Alarcón A. y Pérez J. (2004). Colonización micorrízica, crecimiento y concentración foliar de nutrimentos en nogal pecanero y pistachero. Agric. Téc. Méx. 30(1), 191-203.

Manejo Del Dosel En Etapas Tempranas Para Reducir La Aborción De Inflorescencias En Vid CV Superior

Martínez Gerardo, Vieira Fernando

Campo Experimental de la Costa de Hermosillo-INIFAP. germadiz@hotmail.com

Resumen

El experimento se llevó a cabo en el viñedo la Ventanita en el cv Superior con riego por goteo. Las parras tenían 5 años de edad, con formación de cuatro pilares y sostenidas con pérgola californiana. Los tratamientos fueron dos: 1. Con manejo de dosel 2. Crecimiento libre. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de parcelas apareadas con tres repeticiones. La unidad experimental constó de 27 parras con distancia entre sí de 1.6 m. El tratamiento de manejo de dosel consistió en eliminar brotes de yemas secundarias cuando tenían de 10 a 15 cm de longitud, y de remover las hojas basales del brote de la yema primaria, mientras que en el tratamiento de crecimiento libre estas prácticas se hicieron tres semanas más tarde. El número de racimo por planta fue de 9.2 y de 4.2 para los tratamientos de manejo temprano del dosel y sin manejo, respectivamente ($p \leq 0.05$). A la cosecha, esto repercutió en un aumento de la producción en 212 cajas de 9 Kg por ha. El peso de racimos, diámetro de bayas y contenido de sólidos solubles no fueron afectados por los tratamiento.

Palabras Clave: Deshoje, desbrote, racimos.

Abstract

The experiment was carried out in La Ventanita vineyard cv Superior under drip irrigation. Grapevines were five years old with four pillars and sustained by a Californian V trellis system. Two treatments were applied: 1. Canopy management 2. Free growth. Treatments were distributed in a paired plots design with three replications. The experimental unit had 27 grapevines 1.6 m among them. Canopy management consisted in removing shoots form secondary buds when they were 10 to 15 cm long, and removing basal leaves from shoots coming from primary buds; under the treatment of free growth both practices were carried out three weeks later. Cluster per plant were 9.2 and 4.2 for the treatment of canopy management and the control, respectively ($p \leq 0.05$). Canopy management treatment yield was 212 boxes (9 kg) ha⁻¹ higher than the control. Cluster weight, berry diameter and soluble solid content were not affected by the treatments.

Key words: Dfoliation, deshooting, clusters.

1. Introducción

La aborción de inflorescencias en las etapas tempranas de desarrollo es uno de los problemas más comunes en las regiones vitícolas de Sonora (Martínez, 2016). Las pérdidas debido a este problema pueden ser de 80% que equivale a 2000 cajas por ha. La aborción de inflorescencias

ocurre en mayor cantidad en parras con escaso vigor pero también puede manifestarse en parras con buen crecimiento cuando las condiciones ambientales inhiben el desarrollo inicial de los brotes. En evaluaciones realizadas en Sonora se encontró que las parras con un crecimiento deficiente de los brotes, hojas de baja expansión y escasa cantidad de raíces presentaron mayor aborción de inflorescencias (Martínez y Márquez, 2006). En general cuando el suelo presentó deficiencia en fósforo resultó en viñedos con mayor aborción indicando que la nutrición es importante para mantener plantas con buen vigor que sean capaces de sostener una mejor carga (Martínez, 2016). Pero no solo son las características de vigor de la parra las que influyen en que este problema se presente ya que si fuese así este problema sería universal y se conoce que en Estados Unidos, Chile, Brasil, Sudáfrica, Europa y Australia no ha sido observado (comunicación personal de diferentes investigadores visitantes) No obstante, en Perú este problema ha sido observado y es de relevancia en la producción de vid. Lo anterior indica que existen condiciones de clima muy particulares que hacen que este problema se manifieste y sea importante en la viticultura. En efecto, la presencia de aborción ha sido observada es mayor intensidad en años en los que el clima inhibe el desarrollo temprano de los brotes. Este problema se presenta en los cultivares comunes de Sonora como Flame Seedless, Perlette, Red Globe y Superior. Este cultivar último cultivar se poda en cañas con 12 ymeros en promedio; cada ymero consta de tres yemas, una primaria y dos secundarias. La brotación puede ocurrir en las tres yemas lo que genera una cantidad excesiva de brotes los cuales compiten entre sí por las reservas nutricionales almacenadas en las parras. La literatura es escasa con respecto a la aborción de inflorescencias en etapas tempranas lo cual hace suponer que es propio de las regiones cálidas del desierto donde es común encontrar este problema.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del manejo del dosel en etapa temprana del desarrollo de la vid en la aborción de inflorescencias y rendimiento.

2. Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el viñedo la Ventanita localizado en la Costa de Hermosillo, Sonora. Las parras tienen 5 años de edad, con formación de cuatro pilares, sostenida con pérgola californiana y bajo riego por goteo. Los tratamientos fueron dos: 1. Con manejo de dosel 2. Crecimiento libre. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en de parcelas apareadas con tres repeticiones. La unidad experimental constó de 27 parras cada una a una distancia entre sí de 1.6 m y entre hileras de 3.6 m. El tratamiento de manejo de dosel consistió en eliminar brotes de yemas secundarias cuando tenían de 10 a 15 cm de longitud, y de remover las hojas basales del brote de la yema primaria, mientras que en el tratamiento de crecimiento libre estas prácticas se postergaron. El manejo temprano de dosel se realizó el 6 de marzo del 2018.

Las prácticas generales del viñedo consistieron en poda el 10 de enero del 2018 y aplicación de cianamida de hidrógeno el 15 del mismo mes. El 27 de marzo del 2018 se realizó desbrotación y deshoje en ambos tratamientos para realizar las prácticas generales de manejo del racimo como

son aplicaciones de ácido giberélico para aumento de tamaño de baya y aplicación de fungicida, insecticidas y fertilizantes foliares. Tres semanas después de la aplicación de tratamiento se midió la longitud de los brotes y cantidad de hojas eliminadas en los tratamientos. Al momento de la cosecha se hizo un recuento de racimos y edición del contenido de sólido soluble, diámetro y peso de bayas. Se realizó una comparación entre los tratamientos de las variables medidas utilizando una Prueba de t al 0.05.

3. Resultados y discusión

La longitud de los brotes al momento de la evaluación fue estadísticamente similar entre los tratamientos ($p \leq 0.05$), aunque la tendencia fue a tener mayor longitud de los brotes bajo el tratamiento de manejo temprano del dosel. La eliminación de brotes secundarios y defoliación en la etapa temprana no estimuló el crecimiento de los brotes primarios como podría esperarse debido a la eliminación por competencia. El crecimiento temprano de los brotes depende de las reservas nutritivas que contienen las plantas perennes según varios autores (Millard y Grelet, 2010; Trump, 1983; Winter *et al.*, 2015.). Los resultados podrían indicar que las reservas acumuladas en las parras son limitantes en el crecimiento inicial de los brotes y que no pueden satisfacer las necesidades incluso de solo los brotes de yemas primarias.

La cantidad de hojas bajo el tratamiento sin manejo fue tres veces mayor que en el tratamiento con manejo temprano del dosel (Cuadro 1); esta diferencia se debe a que en el tratamiento sin manejo cada brote de yemas secundarias produjo una cantidad de hojas similar al del brote primario.

Cuadro 1. Efecto del desbrote y defoliación temprana en el crecimiento de los brotes, producción de hojas y cantidad de racimos por planta

Tratamiento	Longitud del broce (cm)	Número de hojas removidas por planta	Número de racimos por planta
Con manejo dosel	92	54.5	9.2
Sin manejo dosel	88	159.6	4.3
	NS	**	**

Cuadro 2. Efecto del desbrote y defoliación temprana en el peso de racimo, tamaño de baya, y contenido de sólidos solubles al momento de la cosecha

Tratamiento	Peso de racimos (gr)	Diámetro de bayas (mm)	Sólidos solubles (°Brix)
Con manejo dosel	245	2.06	14.8
Sin manejo dosel	246	2.00	14.8
	NS	NS	NS

La cantidad de racimos por planta fue mayor bajo el tratamiento de manejo temprano de dosel que en el tratamiento sin manejo ($p \leq 0.05$) (Cuadro 2). Esta diferencia se traduce en un aumento del rendimiento en 212 cajas por ha, considerando cajas de 9 Kg. Finalmente el peso de los racimos, diámetro de las bayas y contenido de sólidos solubles al momento de la cosecha fue similar entre los tratamientos.

Lo resultados indican que en las primeras fases del crecimiento de los botes ocurre una competencia por los nutrientes que han sido almacenadas en los órganos de la parra. Esta competencia posiblemente es más fuerte por los brotes que por las inflorescencias en desarrollo, lo que conlleva a su aborción. La competencia inicial por los recursos almacenados en ramas, troco y raíces no solo es para el crecimiento de los brotes, sino también para el crecimiento de las hojas. La eliminación de hojas basales parece contribuir a la asignación de recursos de reserva a los racimos y posiblemente permite balancear el contenido hormonal que permite la inhibición de la aborción. Futuros experimentos pueden clarificar el rol de las hojas basales del brote en la inhibición de la aborción.

4. Conclusiones

La eliminación de brotes de yemas secundaria en las fases tempranas de crecimiento y la remoción de hojas basales del brote de la yema primaria resultan en una disminución de la aborción de inflorescencias, lo que repercute en un aumento de la producción de las parras.

Referencias

1. Martínez D.G., J.A. Márquez C. y G. Osorio A. 2006. Desórdenes fisiológicos de la vid. CECH-CIRNO-INIFAP. Folleto técnico 35. 32 p.
2. Martínez D., G. 2016. El Aborto de inflorescencias en vid. CECH-CINO-INIFAP. Libro técnico 15. 58 p.
3. Millard P., and G. Grelet. 2010. Nitrogen storage and remobilization by trees: ecophysiological relevance in changing world. *Tree Physiol.* 30(1):1083-1095.
4. Trump, J. 1982. Nutrient reserves in roots of fruit trees, in particular carbohydrates and nitrogen, *Plant Soil.* 71:401-413.
5. Winter G., C.D. Todd, M. Trovato, G. Forlani, D. Funck. 2015. Physiological implications of arginine metabolism in plants. *Front Plant. Sci.* 6:534.

Efecto Del Ácido Giberélico En El Amarre Y Desarrollo De Frutos En Pepino

Grimaldo Juárez Onécimo¹, Reyes Ledezma Miriam², Orozco Arevalo Celina², Ceceña Durán Carlos¹, González Mendoza Daniel, Durán Hernández Dagoberto¹, Tzintzun Camacho Olivia¹

¹Profesores investigadores del Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC

onecimo.grimaldo@uabc.edu.mx

²Alumnas del Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC

Resumen

El ácido giberélico (AG) es un regulador del crecimiento que incrementa la fructificación en pepino, especie que en forma natural aborta los frutos por la relación fuente demanda de la planta. El aborto de los frutos, también se induce por estrés de altas temperaturas, condición del valle de Mexicali. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio, fue evaluar dosis de AG₃ sobre el porcentaje de fructificación y dimensiones del fruto de pepino. Las dosis de AG₃ fueron 0, 75, 170 y 225 ppm, aplicadas a plantas de pepino en la etapa de 2, 4 y 6 hojas. Las variables evaluadas fueron longitud, diámetro y peso de fruto, aborción de fruto y rendimiento por planta. Los resultados mostraron que el efecto generalizado del AG₃ a excepción de la longitud del fruto, no fue significativo en las variables evaluadas. Solo fueron observadas ligeras tendencias de incremento en peso y rendimiento de fruto con relación al aumento de las dosis. En cuanto a la aborto de frutos, el porcentaje se redujo al incrementar las dosis, registrándose 3.8% al emplear la dosis máxima.

Palabras Clave: AG₃, pepino, fructificación.

Abstract

Gibberellic acid (AG) is a growth regulator that increases fructification in cucumber, a species that naturally aborts the fruits by the source demand ratio of the plant. The abortion of the fruits is also induced by stress of high temperatures, condition of the Mexicali valley. Therefore, the objective of this study was to evaluate the AG₃ dose on the percentage of fruiting and dimensions of the cucumber fruit. The AG₃ doses were 0, 75, 170 and 225 ppm, applied to cucumber plants in the stage of 2, 4 and 6 leaves. The evaluated variables were length, diameter and weight of fruit, fruit abortion and yield per plant. The results showed that the generalized effect of AG₃, except for the length of the fruit, was not significant in the variables evaluated. Only slight trends of increase in weight and fruit yield were observed in relation to the increase of the doses. As for the abortion of fruits, the percentage was reduced when increasing the doses, registering 3.8% when using the maximum dose.

Key words: AG₃, cucumber, fructification.

1. Introducción

El ácido giberélico (AG) es un regulador de crecimiento que puede inducir un efecto en el comportamiento de la planta ya sea para promover crecimiento, retardarlo, inhibirlo o para estimular la floración. También se ha demostrado la reducción de niveles de incidencia de enfermedades como Damping off (Abbasi *et al.*, 2011). El empleo adecuado de esta sustancia en el cultivo de pepino puede incrementar la producción hasta en 200%, ya que se ha demostrado que estimula el amarre de frutos. Aunque el aborto de frutos en pepino es una condición normal al existir un desbalance de la relación fuente demanda en los diferentes órganos en crecimiento de la planta (Hikosaka y Sugiyama, 2005).

El pepino por ser un cultivo que requiere de luz y calor, las condiciones de Mexicali serían ideales, sin embargo, las condiciones de baja humedad relativa genera constante estrés en las plantas que afecta el amarre de los frutos. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar tres dosis de AG₃ en cuanto al amarre de frutos de pepino en plantas establecidas en condiciones de invernadero de baja tecnología.

2. Materiales y métodos

El desarrollo del proyecto se realizó en el periodo primavera de 2017 en instalaciones de invernadero en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC. Los materiales empleados fueron la variedad de pepino “Alcazar” y Acido Giberelico (AG₃). Las dosis de AG₃ fueron 0, 75, 150 y 225 ppm. Cada dosis fue aplicada a 60 plantas, considerando 20 plantas por repetición. Las etapas fenológicas de las plantas en las que fue aplicado el AG fueron 2, 4 y 6 ahogjas desarrolladas. El diseño experimental empleado fue completamente al azar. Las variables evaluadas en fruto fueron peso, longitud, diámetro, rendimiento y porcentaje de aborto de fruto. En esta última variable se consideró que el fruto detuviera su crecimiento y posteriormente se tornara de color amarillo y finalmente secarse. El análisis de la información generada fue realizado con el paquete estadístico SAS. La comparación de medias para discriminar tratamientos, se realizó con la prueba de Duncan.

3. Resultados

Peso de fruto. El peso del fruto en promedio con los tratamientos fue de 353 g, sin observarse diferencias por efecto de las dosis aplicadas de AG₃. En la Figura 1, numéricamente se evidenció que los frutos provenientes de las plantas tratadas con AG, aumenta el peso conforme la dosis se incrementa. En esta relación de las variables, sería de interés incrementar las dosis para determinar la máxima dosis que produciría el mayor peso de los frutos. Es importante señalar que dosis inferiores a 150 ppm, aunque no existe diferencias estadísticas con respecto a la planta control o testigo, se reduce negativamente el peso del pepino.

Longitud de fruto. La longitud promedio de frutos vario de 22.1 a 24.13 cm (Cuadro 1). El tratamiento con mayor respuesta en longitud fue el tratamiento con 75 ppm de AG₃, sin presentarse diferencias con respecto a la dosis de 225 ppm y plantas sin tratamiento. La dosis de 150 ppm, fue la que indujo la menor longitud del fruto, siendo en este caso la reducción del 8% con respecto al tratamiento de mayor longitud.

Diámetro de fruto. El diámetro del fruto no fue modificado por la aplicación de AG en las diferentes concentraciones empleadas (Cuadro 2). Sin embargo, la tendencia fue que los frutos de plantas sin aplicación de AG, registraron ligeramente mayor diámetro (4% más), infiriéndose en este caso que las dosis empleadas afectan negativamente el diámetro del fruto, resultando pertinente incrementar las dosis para favorecer mayor diámetro del fruto, ya que se aprecia una relación positiva entre el diámetro del fruto y la dosis empleada.

Aborto de frutos. El aborto de frutos con los diferentes tratamientos con AG (Cuadro 3), estadísticamente no vario con respecto a las plantas sin tratamiento, siendo la dosis más alta (225 ppm) la que menos porcentaje de aborto registro. En trabajos posteriores sería de interés evaluar dosis más elevadas, para incrementar los porcentajes de amarre de frutos y con ello la producción.

Rendimiento. El rendimiento por planta vario de 1.10 a 1.513 kg por planta (Cuadro 5). Este nivel de variación estadísticamente no fue significativo entre las dosis de AG₃ y las plantas normales. Sin embargo, el tratamiento con mayor amarre de frutos que correspondió a 225 ppm, registro el mayor rendimiento.

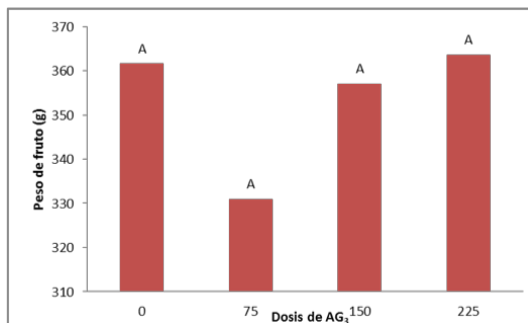


Figura 1. Comparación de peso de frutos de pepino de plantas asperjadas con tres dosis de AG₃. (Valores con la misma letra son estadísticamente iguales)

Cuadro 1. Comparación de medias de longitud de frutos de pepino de plantas asperjadas con tres dosis de AG₃

Tratamiento de AG ₃	Longitud de fruto (cm)
Sin aplicación	22.66 AB ¹
75 ppm	24.13 A
150 ppm	22.11 B
225 ppm	22.77 AB

¹Valores con la misma letra son estadísticamente iguales. (Prueba de Duncan al 5%)

Cuadro 2. Comparación de medias de diámetro de frutos de pepino de plantas asperjadas con tres dosis de AG₃

Tratamiento de AG ₃	Diámetro de pepino (cm)
Sin aplicación	4.73 A ¹
75 ppm	4.26 A
150 ppm	4.62 A
225 ppm	4.70 A

¹Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Prueba de Duncan al 5%)

Cuadro 3. Comparación de medias de porcentaje de aborto de frutos de pepino de plantas asperjadas con tres dosis de AG₃

Tratamiento de AG ₃	% abortos de frutos
Sin aplicación	34.67 A ¹
75 ppm	33.37 A
150 ppm	34.07 A
225 ppm	30.87 A

¹Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Prueba de Duncan al 5%)

Cuadro 4. Comparación de medias de rendimiento de fruto de pepino por planta asperjada con tres dosis de AG₃

Tratamiento de AG ₃	% abortos de frutos
Sin aplicación	1.233 A ¹
75 ppm	1.109 A
150 ppm	1.459 A
225 ppm	1.513 A

¹Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Prueba de Duncan al 5%)

4. Conclusiones

El AG₃ como regulador de crecimiento de las plantas y bajo las condiciones en las que se realizó el presente experimento en pepino, se concluye que el efecto generalizado del AG₃ a excepción de la longitud del fruto, no fue significativo en las variables evaluadas. Solo fueron observadas ligeras tendencias de incremento en peso y rendimiento de fruto con relación al incremento de las dosis. En cuanto a la aborto de frutos, el porcentaje se redujo al incrementar dosis, registrándose 3.8% al emplear la máxima dosis de 225 ppm.

Referencias

1. Abbasi, P.A., Lazarovits, G., and Weselowski, B. (2011). "Effectiveness of AG3 phosphonate formulation in suppressing phytophthora blight in cucumber and bell pepper plants under growth room conditions.", *Canadian Journal of Plant Pathology*, 33(2), pp. 150-158.
2. Hikosaka B. S. and N. Sugiyama. 2005. Effect of fruit-load on growth patterns of fruit at the middle nodes of gynococious-type cucumbers. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* (2005) 80 (1) 130–134.

Expresión De *Flowering Locus T* En Mango Ataulfo Y Su Relación Con Biorreguladores

Pérez-Barraza Maria Hilda¹, Gutiérrez-Espinosa Ma. Alejandra², Pérez-Luna Adriana Isabel³, Osuna-Enciso Tomás⁴, Murillo-Vázquez Ariana Lisette¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Nayarit

marhil60-02@hotmail.com

²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sonora

⁴Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Culiacán, Sin

Resumen

La cuantificación y expresión de genes relacionados con la floración constituye una herramienta importante para entender este proceso. El objetivo fue cuantificar la expresión del gen *FLOWERING LOCUS T (MiFT)* en mango 'Ataulfo' y su relación con reguladores de crecimiento. Se llevaron a cabo dos experimentos: 1) Se asperjaron árboles con 2500 mg·L⁻¹ de paclobutrazol (PBZ) en una sola aplicación (1X) a 30 días después de la poda (ddp). Se colectaron hojas maduras de septiembre a diciembre 2013 y enero a febrero 2014 bajo condiciones de sol y sombreadas. Experimento 2: Se asperjaron reguladores de crecimiento, PBZ (2500 mg·L⁻¹, 1X), Prohexadiona de calcio (P-Ca) (500 mg·L⁻¹, 3X) y ácido giberélico (250 mg·L⁻¹, 1X). Se cuantificó la expresión *MiFT*, se evaluó el número y tipo de crecimiento emergido en la época de floración, temperatura y precipitación. *MiFT* se expresó en todos los meses muestreados, la expresión osciló de 0.30 hasta 31.4%. Al evaluar la expresión del gen con respecto a la orientación del brote, los resultados fueron de 0.081% el lado sombreado y 12% el soleado. Los brotes soleados presentaron el mayor porcentaje de floración (66%). *MiFT* se expresó en hojas tratadas con PBZ y P-Ca, la mayor expresión fue en diciembre, mes más frío, con 4.7 y 30.3%, respectivamente, lo que favoreció floración. Giberelinas inhibió la expresión del gen y por ende floración.

Palabras Clave: *Mangifera indica* L., reguladores de crecimiento, expresión de genes, floración.

Abstract

The quantification and expression of genes related to flowering is an important tool to understand this process. The objective was to quantify the expression of the gene *FLOWERING LOCUS T (MiFT)* in 'Ataulfo' mango and its relationship with growth regulators. Two experiments were carried out: 1) trees with 2500 mg L⁻¹ of paclobutrazol (PBZ) were sprayed in a single application (1X) at 30 days after pruning (ddp). The mature leaves were collected from September to December 2013 and January to February 2014 under sunny and shaded conditions. Experiment 2: growth regulators, PBZ (2 500 mg L⁻¹, 1X), calcium prohexadione (P-Ca) (500 mg L⁻¹, 3X) and gibberellic acid (250 mg L⁻¹, 1X) were sprayed. The expression *MiFT* was

quantified, the number and type of growth emerged in flowering, temperature and precipitation were evaluated. *MiFT* was expressed in all sampled months, the expression varied from 0.3 to 31.4%. On the other hand, when evaluating the expression of the gene with respect to the orientation of the outbreak, the results were 0.081% on the shaded side and 12% on the sunny side. Sunny shoots had the highest flowering percentage (66%). *MiFT* was expressed in leaves treated with PBZ and P-Ca, the highest expression was in December, cooler month, with 4.7 and 30.3%, respectively, which favored flowering. Gibberellins inhibited the expression of the gene and therefore flowering.

Key words: *Mangifera indica* L., growth regulators, gene expression, flowering.

1. Introducción

La cuantificación y expresión de genes relacionados con la floración constituye una herramienta importante para entender este proceso desde inducción, iniciación y diferenciación floral en muchos frutales (Nishikawa *et al.*, 2007; Muñoz-Fambuena *et al.*, 2012). En *Arabidopsis thaliana*, una especie anual, se han identificado cuatro rutas que permiten la floración; fotoperiodo, vernalización, giberelinas y autónoma, y su relación a nivel genético ha sido muy estudiado (Wilkie, Sedgley and Olesen, 2008). Los estudios realizados en *Arabidopsis* han servido como base para estudios moleculares en especies frutales. En mango hay poca información al respecto, recientemente, un gen como el *FLOWERING LOCUS T* (FT) fue identificado y caracterizado. La secuencia de *FLOWERING LOCUS T* (*MiFT*) mostró una alta identidad al gen *FT* de otras plantas y su expresión incrementó en hojas bajo condiciones inductivas de floración (temperaturas bajas) y en árboles con baja producción de fruta. En dicho estudio concluyen que *MiFT* es el factor clave en la floración del mango (Nakagawa, Honsho, Kanzaki, Shimizu and Utsunomiya, 2012). En subtropicales y tropicales existen trabajos al respecto en cítricos (Peña *et al.*, 2001; Endo *et al.*, 2005; Muñoz-Fambuena *et al.*, 2011), pero en mango la información es muy escasa y nula en el caso de mango ‘Ataulfo’. El objetivo fue cuantificar la expresión del gen *FLOWERING LOCUS T* (*MiFT*) en mango ‘Ataulfo’ y su relación con reguladores de crecimiento.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó durante el ciclo 2013-2014. Se seleccionó un huerto comercial de mango ‘Ataulfo’/criollo regional de seis años de edad, en Santiago Ixcuintla, Nayarit. La distancia de plantación fue 3 x 2.5 m entre hilera y árbol, respectivamente y con manejo en tipo seto.

Se seleccionaron 60 árboles de vigor uniforme, en los cuales se llevaron a cabo dos experimentos. Experimento 1) Expresión de *MiFT* en hojas tratadas con PBZ por efecto de época de muestreo y orientación en el árbol. Se asperjaron 12 árboles con 2500 mg · L⁻¹ de paclobutrazol (PBZ) en una sola aplicación (1X) al suelo y a 30 días después de la poda (ddp). Como testigo, se colectaron brotes antes de la aplicación de PBZ (septiembre 30) y posteriormente a 60, 90, 120 y 150 días después de la aplicación (dda). En cada fecha, 36 brotes

fueron seleccionados de seis árboles por tratamiento asignados, previamente, para el muestreo y se consideraron 12 brotes en orientación norte (lado sombreado), 12 en oriente (lado soleado por la mañana) y 12 en poniente (lado soleado por la tarde). Las hojas fueron separadas del brote, identificadas y almacenadas a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su utilización para la extracción de ARN. 2).

Experimento 2. Expresión de *MiFT* en hojas de Mango ‘Ataulfo’ por efecto de reguladores de crecimiento. Se aplicaron reguladores de crecimiento 1) PBZ (2500 mg \cdot L $^{-1}$, 1X), 2) Prohexadiona de calcio (P-Ca) (500 mg \cdot L $^{-1}$, 3X), 3) ácido giberélico (250 mg \cdot L $^{-1}$, 1X) y 4) y testigo. En todos los casos, se asperjaron 12 árboles. Para los tratamientos con P-Ca y PBZ, se colectaron brotes emergidos a los 0 dda y posteriormente a 60, 90, 120 y 150 dda. En árboles asperjados con AG₃ (noviembre 30, 2013) se colectaron brotes a los 0, 30 y 90 días después de la aplicación. En el testigo, los brotes se colectaron en fecha similar a los tratamientos P-Ca y PBZ. En cada fecha, 36 brotes fueron seleccionados de seis árboles (alrededor y parte media) por tratamientos asignados, previamente, para el muestreo. Al igual que el experimento anterior, las hojas fueron separadas, identificadas y almacenadas a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su utilización para la extracción de ARN.

Se cuantificó la expresión *MiFT*, mediante PCR Tiempo Real, se evaluó el número y tipo de crecimiento emergido en floración. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial en experimento 1 (5x3; fechas y orientación en el árbol, respectivamente) y completamente al azar en el experimento 2.

3. Resultados

Experimento 1. En hojas tratadas con PBZ, la expresión de *MiFT* (gen de interés) fue observada en todos los meses de estudio, pero solo en hojas de brotes soleados durante la mañana se expresó en mayor cantidad (0.5 a 3.4) respecto a las hojas de brotes soleado por la tarde y hojas completamente sombreadas (Figura 1). En hojas de brotes sombreados (lado norte), la expresión mayor expresión fue en los meses de noviembre (1.5) y enero (2.5); pero fue

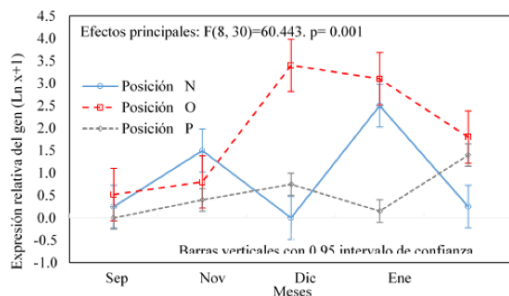


Figura 1. Expresión relativa de *MiFT* con relación a *MiEF* en hojas de mango ‘Ataulfo’ tratadas con PBZ. N, O y P; corresponden a norte, oriente y poniente del árbol

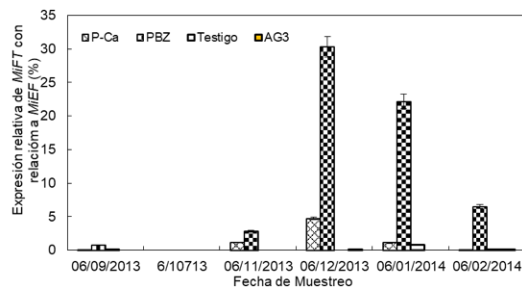


Figura 2. Expresión relativa de *MiFT* respecto a *MiEF* en hojas de mango ‘Ataulfo’ con y sin regulador de crecimiento. Las barras en cada punto representan el promedio de tres repeticiones por tratamiento \pm error estándar

mínima comparada con lado oriente. Lo anterior indica que probablemente el gen *MiFT* está regulado por luz al expresarse en mayor cantidad del lado solado (oriente) y una mínima expresión en lado norte donde los árboles siempre están sombreados por la unión de copas entre árboles (formación tipo seto).

Puede observarse que en el mes de septiembre (antes de la aplicación de PBZ), la expresión fue nula en hojas con orientación poniente, pero hubo una mínima expresión del gen en hojas soleadas del lado oriente; en los siguientes meses *MiFT* presentó una mínima expresión en hojas sombreadas probablemente por efecto del regulador PBZ, lo que dio lugar a que un pequeño porcentaje de brotes sombreados florecieran. En manzano ‘Fuji’ no encontraron diferencias en la expresión del gen *FLOWERING LOCUS T (MdFT1)* (homólogo de *MiFT*) en yemas apicales de brotes sombreados y soleados pero la expresión de *MiTFL1* (represor floral) fue mayor en brotes sombreados (Kittikorn *et al.*, 2011), resultados que no coinciden con nuestro estudio; no obstante, los resultados en manzano se obtuvieron en diferente especie y tejido y el sombreado fue de solo un 50%, y en el presente estudio al menos de lado norte, el sombreado fue cerca de un 90%. Respecto a los reguladores (Experimento 2), la expresión relativa en hojas con P-Ca fue de 0.02% en septiembre, de 1.1% en noviembre y se incrementó en diciembre a 4.7% y bajó en enero con 1.1%, en octubre y febrero la expresión fue de 0% (Figura 2). En hojas aplicadas con PBZ la expresión relativa de *MiFT* con relación a *MiEF* fue de 0.7% en septiembre, en noviembre la expresión fue de 2.8% aumentando en diciembre hasta 30.3 y 22.2% en enero, en el mes de febrero fue de 6.5%. En hojas testigo (sin regulador) la expresión fue de 0.06% en septiembre, cero en octubre, noviembre y diciembre, 0.87% en enero y cero en febrero; mientras que en hojas con AG₃, la expresión fue 0% en todos los meses evaluados a excepción de febrero que tuvo 0.02% de expresión.

Resultados similares a los obtenidos en PBZ se presentaron en hojas tratadas con P-Ca, otro inhibidor de la síntesis de giberelinas, aunque la expresión fue menor comparada con PBZ. En hojas aplicadas con AG₃, la expresión fue prácticamente nula, lo que indica que este regulador inhibió la expresión de *MiFT*. Los resultados coinciden con los obtenidos en naranjo dulce ‘Salustiana’ (Muñoz-Fambuena *et al.*, 2012) y mango ‘Irwin’ (Nakagawa *et al.*, 2012), donde se reporta que las giberelinas reprimen la expresión de genes relacionados con floración como *CiFT* y *MiFT*, respectivamente.

Por otro lado, con la aplicación de los reguladores inhibidores de giberelinas, pero sobre todo con PBZ, se logró un porcentaje adecuado de brotes florales (Datos no presentados). En brotes con AG₃, no hubo floración, lo que coincidió con la falta de expresión de *MiFT*, lo que corrobora el efecto antagónico de este regulador en la floración de mango y otros frutales como lo menciona Nakagawa *et al.* (2012) en mango ‘Irwin’ y Muñoz-Fambuena *et al.* (2012) en naranjo dulce ‘Salustiana’.

4. Conclusiones

En hojas maduras de mango 'Ataulfo', el gen *MiFT* se expresa en mayor cantidad del lado soleado; por lo que este gen está regulado por luz y que el sombreado inhibe su expresión. PBZ y P-Ca favorecieron la expresión del gen, probablemente mediante su efecto en la inhibición de síntesis de giberelinas, propiciando una mayor floración. Se demostró, que la aplicación de giberelinas inhibió la expresión de *MiFT* y por ende la brotación floral.

Referencias

1. Endo, T., Shimada, T., Fujii, H., Kobayashi, Y., Araki, T. and Omura, M. (2005). Ectopic expression of an FT homolog from citrus confers an early flowering phenotype on trifoliolate orange (*Poncirus trifoliata* L. Raf.). *Transgenic Research*. 14:703–712.
2. Kittikorn, M.; K. Okawa, H. Ohara, N. Kotoda, M. Wada, M. Yokoyama, O. Ifuku, S. Yoshida, and S. Kondo. (2011). Effects of fruit load, shading, and 9,10-ketol-octadecadienoic acid (KODA) application on MdTFL1 and MdFT1 genes in apple buds. *Plant Growth Regul.* 64(1):75-81. Livak, K. J. and Schmittgen, T. D. 2001. Analysis of relative gene
3. Muñoz-Fambuena, N, Mesejo, C., González-Mas, M.C., Primo-Millo, E., Agustí, M. and Iglesias, D.J. (2011). Fruit regulates seasonal expression of flowering genes in alternate-bearing Moncada' mandarin. *Annals of Botany*. 108:511–519.
4. Muñoz-Fambuena, N, Mesejo, C., González-Mas, M.C., Iglesias, D.J., Primo-Millo, E. and Agust, M. (2012). Gibberellic Acid Reduces Flowering Intensity in Sweet Orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] by repressing CiFT Gene Expression. *Journal Plant Growth Regulators*. 3:529–536.
5. Nakagawa, M., Honsho, C., Kanzaki, S., Shimizu, K. and Utsunomiya, N. (2012). Isolation and expression analysis of FLOWERING LOCUS T-like and gibberellin metabolism genes in biennial-bearing mango trees. *Scientia Horticulturae*. 139:108–117.
6. Nishikawa, F. Endo, T. Shimada, T. Fuji, H.; Shimizu, T. Omura, M. and Ikoma, Y. (2007). Increased CiFT abundance in the stem correlates with floral induction by low temperature in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *Journal of Experimental Botany*. 58:3915–3927.
7. Peña, L.L. Martín-Trillo, M., Juárez, J., Pina, J.A., Navarro, L. and Martínez-Zapater, J.M. (2001). Constitutive expression of Arabidopsis LEAFY or APEX1 genes in citrus reduces their generation time. *Nature Biotechnology*. 19:263–267.
8. Wilkie, J.D., Sedgley, M. and Olesen, T. (2008). Regulation of initiation in horticultural trees. *Journal of Experimental Botany*. 59:3215-3228.

Relación Entre Temperatura, Desarrollo De Inflorescencia Y Producción De Frutos Partenocárpicos En Mango Ataulfo

Santos-Cárdenas María Verónica¹, Pérez-Barraza Mará Hilda², Álvarez-Bravo Arturo², Vázquez-Murillo Ariana Lissette², Montoya-Bugarin Elias²

¹Universidad Autónoma de Nayarit

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Nayarit

marhil60-02@hotmail.com

Resumen

Uno de los principales problemas en mango 'Ataulfo' es la alta producción de frutos partenocárpicos, denominado "mango niño". El objetivo fue conocer el efecto de la temperatura en el desarrollo de la inflorescencia y la presencia de frutos sin semilla en mango 'Ataulfo'. En un huerto comercial con alta incidencia de frutos partenocárpicos (80%) se seleccionaron 10 árboles de vigor uniforme y en cada uno de ellos se marcaron 10 inflorescencias emergidas en el primer flujo de floración y 10 del segundo flujo, distribuidas alrededor del árbol y en la parte media de la copa. En cada inflorescencia se registró la fecha de emergencia, estadio de desarrollo, y el tipo de fruto producido. Con los datos meteorológicos se generó una base de datos que se relacionó con la información de las etapas del desarrollo floral. Se presentaron dos flujos de floración, el segundo se presentó un mes después del primero. La duración del periodo fue similar en ambos flujos desde yema hinchada hasta plena floración, con una duración de 30 días, mientras que de plena floración hasta el amarre de frutos (E12 a E14) transcurrió entre 44 días aproximadamente. En el segundo flujo, durante las etapas de E12 a E14 se presentó el mayor número de temperaturas mínimas a 15°C y tuvo la mayor producción de frutos partenocárpicos.

Palabras Clave: *Mangifera indica* L., partenocarpia, fenología, temperatura, floración.

Abstract

One of the main problems in 'Ataulfo' cv mango is the high production of parthenocarpic fruits, designated as "mango niño". The objective was to know the effect of temperature in the production of parthenocarpic fruits in 'Ataulfo' mango. The study was carried out in a commercial orchard with a high incidence of parthenocarpic fruits (80%). Ten trees of uniform vigor were selected and in each one, 10 inflorescences of the first flowering flow and 10 of the second flow were targeted. The inflorescences were distributed around the tree and in the middle part of the crown. In each inflorescence the date and stage of development was recorded, and fruit type produced. With the meteorological data a database was generated that was related to the information of the stages of floral development. Two flowering flows were presented; the second one was presented one month after the first. The duration of the period was similar in both flows from swollen bud to full boom (E3 to E12) was of 30 days, while from full flowering to fruit set (E12 to E14) it took approximately 44 days. In the second flow, during the stages E12

to E14 the greatest number of minimum temperatures was presented at 15 ° C and had the highest production of parthenocarpic fruits.

Key words: *Mangifera indica* L. parthenocarpic, phenology, temperature, flowering.

1. Introducción

En Nayarit, más del 40% de la superficie cultivada de mango corresponde al ‘Ataulfo’, uno de sus principales problemas es la alta producción de frutos partenocárpicos, denominado “mango niño”. La falta de semilla en frutos de mango se conoce como estenospermocarpia (Davenport, 2009), donde hay polinización y fecundación, pero el embrión recién fecundado es abortado. Se menciona que la principal causa de la estenospermocarpia en mango es la presencia tanto de altas como bajas temperaturas durante el período de floración y desarrollo de fruto. Sukhvibul, Whiley y Smith (2005) mostró que la exposición a bajas temperaturas (20/10°C; día/noche) tres días después de la polinización manual provocó aborto de embrión e incrementó el porcentaje de frutos sin semilla (nubbin) en los cultivares ‘Irwin’, ‘Kensington’ y ‘Nam Dok Mai’, mencionando que los cultivares poliembriónicos fueron más susceptibles a la baja temperatura que los monoembriónicos. Estudios realizados por otros investigadores indican que las temperaturas bajas (15/10 ° C; día noche, respectivamente) durante el periodo de floración están ocasionando este problema al reducir la viabilidad del polen y el crecimiento del tubo polínico en diversos cultivares de mango causando fallas en la polinización y/o fertilización del óvulo, lo que origina la producción de frutos sin semilla (Sukhvubul, Hetherington, Whiley, Smith y Vithanage, 2000b; Huang, Liang, Wang, Cai y Wen, 2010). Mencionan también que dichas temperaturas reducen el número de flores hermafroditas, lo cual está muy relacionado con el amarre de frutos, y ocasionan el aborto del embrión (Sukhvidul *et al.*, 2000b; Sukhvibul *et al.*, 2005; Shaban e Ibrahim, 2009). Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue, conocer el efecto de la temperatura en el desarrollo de la inflorescencia la presencia de frutos sin semilla en el mango ‘Ataulfo’.

2. Materiales y métodos

El Estudio se llevó a cabo en un huerto comercial de mango Ataulfo, en Nayarit. Se seleccionó del huerto con árboles de 15 años de edad con alta incidencia de mango niño (80%). En el huerto se seleccionaron 10 árboles de vigor uniforme y en cada uno de ellos se marcaron 10 inflorescencias emergidas en el primer flujo de floración y 10 en el segundo, las inflorescencias estaban distribuidas alrededor del árbol y en la parte media de la copa. En cada inflorescencia se registró la fecha y estadio de desarrollo de la misma considerando una escala externa propuesta por Pérez, Vázquez y Osuna (2009) donde E3=yema hinchada (la yema incrementa su tamaño, con separación de escamas que cubren el meristemo) y 14 = al amarre de fruto (frutos entre 1–2 cm de longitud). Las variables evaluadas fueron: desarrollo de inflorescencias, amarre de frutos inicial y amarre final. Se relacionó la influencia de la

temperatura sobre el desarrollo de la inflorescencia y la incidencia de frutos sin semilla. Los datos de temperatura se tomaron de la red de estaciones climáticas del estado, distribuidas en toda la zona productora de mango del estado y se obtendrán de la página del Sistema Estatal de Monitoreo Agroclimático (www.climanayarit.gob.mx). Con los datos meteorológicos se generó una base de datos que se relacionó con la información de las etapas del desarrollo floral, utilizando para ello un sistema gestor de base de datos (Microsoft Access, versión 2010). Los datos meteorológicos se organizaron por la fecha de las diferentes etapas utilizadas del desarrollo floral.

3. Resultados y discusión

El desarrollo floral del mango ‘Ataulfo’ presentó dos “flujos”, el primero tuvo una duración de 73 días aproximadamente desde yema hinchada (E3) hasta antesis o plena floración (E12). E3 inició a mediados de diciembre de 2017 y E12 se obtuvo a finales de enero de 2018; esto coincidió con temperaturas mínimas entre 9 y 16°C y máximas alrededor de 30, en la mayoría del periodo la temperatura mínima superó los 13°C (Figura 1); mientras que de plena floración hasta amarare de fruto (E12 a E14, frutos entre 1.5-2 cm de longitud) el período sucedió con temperaturas mínimas entre 12 y 17°C y máximas por arriba de 30, esta etapa se prolongó hasta 43 días.

El segundo flujo, con una duración de 75 días (de E3 – E14), inició el 23 de enero y terminó a principios de abril de 2018 concordando con temperaturas mínimas promedio de 15°C y la oscilación durante ese periodo fue entre 12 y 15°C (Figura 1). De E12 a E14 transcurrieron 45 días durante los cuales las temperaturas mínimas oscilaron entre 8.4 y 15°C y máximas por arriba de 35°C.

En el Cuadro 1, se muestran los umbrales de temperatura mínima presentadas en cada una de las etapas fenológicas estudiadas y flujo de floración. En el primer flujo, durante todo el período de desarrollo de la inflorescencia que fue de 30 días, desde yema hinchada hasta plena floración,

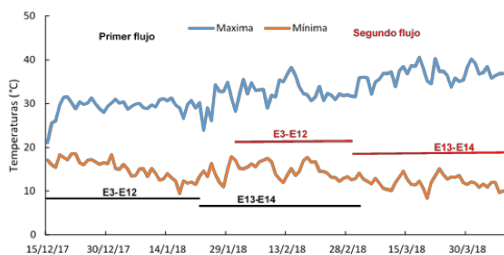


Figura 1. Temperaturas máximas y mínimas presentadas durante el desarrollo de la inflorescencia en dos flujos de floración en mango Ataulfo. Nayarit, 2018

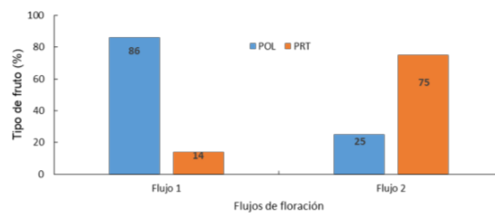


Figura 2. Porcentaje de frutos polinizados (POL) y partenocárpicos (PRT) por inflorescencia en el amarre final (frutos sazón o madurez fisiológica) de árboles de mango ‘Ataulfo’. Nayarit, 2018

predominaron días con temperaturas mínimas entre 16 y 19°C (16, 22, 26 y 30 días), temperaturas mínimas entre 13 y 15 días fueron presentadas solo durante 3 a 9 días en este período y no hubo días con temperatura menor de 13°C.

Durante el periodo de plena floración a amarre de fruto (E12 a E14) predominaron días con temperaturas mínimas entre 15 y 19°C con 27 hasta 44 días, en este mismo período hubo 20 días con temperaturas menores a 14°C.

Cuadro 1. Umbral de temperaturas presentadas durante el desarrollo de la inflorescencia en dos flujos de floración en mango 'Ataulfo'. Nayarit, 2018

Flujos Floración	Etapas	Umbral de temperatura mínima menor que (°C)													
		21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
1°	E3 a E12			30	26	22	16	9	7	3	0	0	0	0	0
	E12 a E14			44	44	39	32	27	21	12	5	2	1	0	0
2°	E3 a E12				35	30	23	18	12	5	2	1	0	0	
	E12 a E14				41	41	41	40	38	31	18	12	2	1	0

En el mismo Cuadro, se presentan los umbrales de temperatura para el segundo flujo de floración, donde el periodo de E3 a E12 tuvo desde 18 y 35 días con temperaturas mínimas entre 15 y 18°C y presentó solo 8 días temperaturas menores a 13°C, aunque no tuvo días con temperaturas menores a 10°C. En el periodo de E12 a E14 hubo desde 38 hasta 41 días con temperaturas mínimas entre 14 y 18°C; pero temperaturas de 13, 12 y 11°C se presentaron durante 31, 18 y 12 días, respectivamente e incluso hubo 3 días con 10 y 9°C.

Respecto al tipo de fruto producido por inflorescencia, en la Figura 2 se observa que en el primer flujo se produce más frutos polinizados (POL); es decir, frutos con semilla y la presencia de frutos partenocárpicos fue mínima. Por el contrario, en el segundo flujo aumentó la presencia de frutos partenocárpicos en más del 70% respecto al primer flujo. Lo anterior está relacionado con la época en que se presentó el cuajado y amarre de frutos en el segundo flujo de floración y la presencia de temperaturas mínimas menores a 15°C durante esa etapa. De acuerdo con Sukhvibul *et al.* (2005) la exposición a bajas temperaturas (20/10°C; día/noche) tres días después de la polinización manual provocó aborto de embrión e incrementó el porcentaje de frutos sin semilla (nubbin) en los cultivares 'Irwin', 'Kensington' y 'Nam Dok Mai', mencionando que los cultivares poliembriónicos fueron más susceptibles a la baja temperatura que los monoembriónicos. Por lo que en este trabajo probablemente las temperaturas presentadas en ese periodo dañaron el desarrollo del embrión provocando su aborto.

4. Conclusiones

En ambos flujos de floración, el periodo desde yema hinchada hasta plena floración transcurrió con temperaturas mínimas por arriba de los 15°C. El período desde plena floración

hasta amarre de fruto del segundo flujo de floración, transcurrió con un mayor número de días con temperaturas debajo de 15°C.

El segundo flujo de floración tubo mayor porcentaje de frutos partenocárpicos, ocasionado probablemente al efecto de las bajas temperaturas (menores de 15°C) presentadas durante ese periodo.

Referencias

1. Davenport, T. L. (2009). Processes influencing floral initiation and bloom: The role of phytohormones in a conceptual flowering model. *HortTechnology*, 10:733-739.
2. Huang, J.H., Ma W.H., Liang G.L., Zhang L.Y., Wang W.X., Cai Z.J. and Wen S.X. (2010). Effects of low temperatures on sexual reproduction of 'Tainong 1' mango (*Mangifera indica*). *Scientia Horticulturae* 126(2): 109-119.
3. Pérez B., M.H., Vázquez V., V. and Osuna G., J.A. (2009). Floral bud development of 'Tommy Atkins' mango under tropical condition in Nayarit, Mexico. *Acta Horticulturae*. 820:197-204.
4. Shaban, A.E.A. and Ibrahim A.S.A. (2009). Comparative study on normal nubbin fruits of some mango cultivars. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(3): 2166-2175.
5. Sukhvibul, N., Hetherington S.C., Whiley A.W., Smith M.K. and Vithanage V. (2000b) Effect of temperature on inflorescence development and floral biology of mango (*Mangifera indica* L.) *Acta Horticulturae*. 509 (2): 601-607.
6. Sukhvibul, N.; Whiley, A.W. and Smith, M. K. (2005). Effect of temperature on seed and fruit development in three mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae* 105: 467-474.

Área temática: Inocuidad agrícola

Reacción A La Punta Negra (*Alternaria Spp.*) De Líneas Avanzadas De Trigo Cristalino En El Ciclo 2014-2015

Fuentes-Dávila Guillermo, Félix-Fuentes José Luis, Rosas-Jáuregui Ivón Alejandra, Ayón-Ibarra Carlos Antonio Y Félix-Valencia Pedro

INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug, Apdo. Postal 155, km 12 Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora 85000 México fuentes.guillermo@inifap.gob.mx

Resumen

Veintitrés líneas avanzadas y dos variedades comerciales de trigo cristalino se evaluaron para resistencia a la punta negra durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2014-2015 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug. Las fechas de siembra fueron noviembre 19 y 28, 2014. La cosecha se hizo a mano y la evaluación mediante inspección visual contando el número de granos sanos e infectados en 10 espigas por línea y de esta forma se calculó el porcentaje de infección. El rango de infección para la primera fecha de siembra fue de 0 a 22%, con un promedio de 3.6, y para la segunda fue de 0 a 4.8%, con un promedio de 1.5%. Las líneas 1A.1D5+1-06/3*MOJO//RCOL/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/5/CF4-JS40// SOOTY_9/RASCON_37/4/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN/9/CBC509CHILE/6/ECO/ CMH76A.722//BIT/3/ALTAR84/4/AJAI_A_2/5/KJOVE_1/7/AJAI_A_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135. 85)//PLATA_13/8/S,GUAYACANINIA/GUANAY//PORRON_4/BEJAH_7/7/CAMAYO// HYDRANASSA30/SILVER_5/3/SOOTY_9/RASCON_37/5/DUKEM_15/3/BISU_1/PLATA_16//RISSA/4/SOOTY_9/RASCON_37/6/SOOTY_9/RASCON_37//TILO_1/LOTUS_4/8/ALTAR84/BINTEPE85/3/STOT//ALTAR84/ALD/4/POD_11/YAZI_1/5/VANRRI y RANCO//CIT71/CII/3/ COMDK/4/TCHO//SHWA/MALD/3/CREX/5/SNITAN/6/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/ GUIL//GREEN/7/CIRNOC2008 no presentaron granos infectados en ninguna de las fechas. Dentro de las categorías de infección en base al promedio de los datos de las dos fechas, 15 líneas estuvieron en la categoría 0.1-2.5%, tres en la de 2.6-5.0%, dos en la de 5.1-10.0% y dos en la de 10.1-30%. Las variedades CIRNO C2008 y Quetchehueca Oro C2013 presentaron un promedio de infección de 1.5 y 0.5%, respectivamente.

Palabras Clave: Trigo cristalino, *Triticum turgidum* spp. *durum*, punta negra, *Alternaria* sp.

Abstract

Twenty three durum wheat advanced lines and two commercial cultivars were evaluated for resistance to black point during the crop season fall-winter 2014-2015, at the Norman E. Borlaug Experimental Station in two sowing dates (November 19 and 28, 2014). Harvest and threshing were done manually in ten spikes per line, and the evaluation by visual inspection, counting healthy and infected grains to calculate the percentage of infection. The range of infection for the first sowing date was 0 to 22%, with an average of 3.6, and for the second date 0 to 4.8%, with an average of 1.5%. Lines 1A.1D5+1-06/3*MOJO//RCOL/4/ARMENT//SRN_3/

NIGRIS_4/3/ CANELO_9.1/5/CF4-JS40//SOOTY_9/RASCON_37/4/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/ SNITAN/9/CBC509CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/ AJAIA_12/F3LOCAL(SELETHIO.135.85)//PLATA_13/8/S, GUAYACANINIA/GUANAY// PORRON_4/BEJAH_7/7/CAMAYO//HYDRANASSA30/SILVER_5/3/SOOTY_9/RASCON_37/5/ DUKEM_15/3/BISU_1/PLATA_16//RISSA/4/SOOTY_9/RASCON_37/6/SOOTY_9/RASCON_37//TILO_1/LOTUS_4/8/ALTAR84/BINTEPE85/3/STOT//ALTAR84/ALD/4/POD_11/YAZI_1/5/VANRRI and RANCO//CIT71/CII/3/COMDK/4/TCHO//SHWA/MALD/3/CREX/5/SNITAN/6/ YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/7/CIRNOC2008 did not show infected grains in any date. Within the infection categories based on the average of both dates, 15 lines fell in the 0.1-2.5% category, three in 2.6-5.0%, two in 5.1-10.0%, and two in 10.1-30%. Commercial cultivars CIRNO C2008 and Quetchehuca Oro C2013 showed 1.5 and 0.5% average infection, respectively.

Key words: Durum wheat, *Triticum turgidum* spp. *durum*, black point, *Alternaria* sp.

1. Introducción

De la semilla de trigo recién cosechada se pueden aislar más de 100 especies de hongos, incluyendo especies de los géneros *Alternaria*, *Fusarium* y *Helminthosporium*. Estos hongos son importantes en áreas con alta humedad relativa pudiendo causar infección en la semilla cuando la humedad relativa del medio ambiente es superior al 90% y el de la semilla al 20%. La presencia de lluvia durante la maduración de la semilla favorece el desarrollo de la enfermedad conocida como punta negra, así como la alta humedad que puede prevalecer durante los días previos a la cosecha (Prescott *et al.*, 1986; Watkins, 2013). La semilla en desarrollo expandiéndose es la más susceptible. La semilla que presenta senescencia prematura también es más propensa a desarrollar punta negra ya que muchos de los agentes causales son saprófitos (Wiese, 1987). Generalmente *Alternaria alternata* y *Bipolaris sorokiniana* son considerados como agentes primarios causantes de esta enfermedad (Mathur y Cunfer, 1993). Aunque las espigas infectadas pueden tener una apariencia normal, en el interior de las glumas se pueden presentar lesiones elípticas de color café a negras. La enfermedad es más pronunciada en áreas con un color café oscuro a negro, usualmente alrededor del embrión de la semilla (Figura 1) (Mathur y Cunfer, 1993). Infecciones severas causan decoloración y chupado de la semilla (Mathur y Cunfer, 1993).

En el sur de Sonora, México, la punta negra es una enfermedad endémica de trigo cristalino o duro y de trigo harinero, aunque su incidencia varía de un año a otro; esta enfermedad también afecta al triticale (Fuentes-Dávila *et al.*, 2014a). En los programas de mejoramiento de trigo se selecciona para resistencia a



Figura 1. Síntomas característicos de punta negra en el grano de trigo

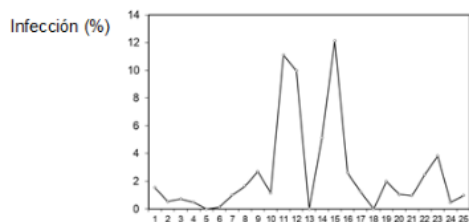
enfermedades durante la evaluación de la semilla después de la cosecha, sin embargo, no existe un programa formal sobre punta negra en Sonora. El objetivo de este trabajo fue evaluar la reacción de líneas avanzadas y variedades de trigo cristalino a la punta negra bajo infección natural, durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2014-2015.

2. Materiales y métodos

Veintitrés líneas avanzadas y dos variedades de trigo cristalino se evaluaron para resistencia a la punta negra durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2014-2015 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el Block 910 del Valle del Yaqui, Sonora a 27°22'3.01" N y 109°55'40.22" W en un suelo de textura arcillosa y pH de 7.8. Las fechas de siembra fueron noviembre 19 y 28, 2014, usando aproximadamente 8 g de semilla para un surco de 0.7 m de largo en cama de dos hileras sin repeticiones. La fertilización consistió en 150 kg/ha de urea antes de la siembra. Se aplicó un riego de germinación y tres riegos de auxilio durante el ciclo y al momento del primer riego de auxilio se aplicaron 100 kg/ha de urea. Treinta días después de la siembra, se aplicó el herbicida Sitiui® xl (metsulfuron metil) a dosis de 25 g/ha de producto comercial. La cosecha se hizo a mano y la evaluación mediante inspección visual contando el número de granos sanos e infectados en 10 espigas por línea, sin tomar en consideración el tamaño de las lesiones. De esta forma se calculó el porcentaje de infección. Las líneas avanzadas que se probaron se originaron del programa colaborativo CIMMYT-INIFAP.

3. Resultados y discusión

El rango de infección para la primera fecha de siembra fue de 0 a 22%, con un promedio de 3.6; tres líneas no presentaron granos infectados. El rango de infección para la segunda fue de 0 a 4.8%, con un promedio de 1.5%; cinco líneas no presentaron granos infectados. El promedio de infección de cada línea en las dos fechas se muestra en la Figura 2 y las líneas que no presentaron granos infectados se presentan en el Cuadro 1. Las líneas que presentaron los porcentajes promedio más altos de infección de las dos fechas de siembra fueron: GUAYACAN INIA/GUANAY//PORRON_4/BEJAH_7/3/VANRRRIKSE_12/SNITAN/7/MOHAWK/6/RASCON_37/2*TARRO_2/4/ROK/FGO//STIL/3/BISU_1/5/MALMUK_1/SERRATOR_1/8/STOT//ALTAR84/ALD/3/THB/CEP7780//2*MUSK_4/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/RASCON_37/2 con 12.13 y GERUFTEL-1//GUAYACAN INIA/2*SNITAN con 11.12%. Dentro de las categorías de infección en base al promedio de los datos de las dos fechas, 15 líneas estuvieron en la categoría 0.1-2.5%, tres en la de 2.6-5.0%, dos en la de 5.1-10.0% y dos en la de 10.1-30% (Figura 3). El promedio general de infección del grupo de líneas fue de 2.6% con un rango de 0 a 12.1%, aunque las dos líneas mencionadas anteriormente presentaron porcentajes más altos de infección en la primera fecha con 22 y 20.4%, respectivamente.



Líneas avanzadas y variedades de trigo cristalino

Figura 2. Porcentaje promedio de infección con punta negra, de 23 líneas avanzadas y 2 variedades comerciales de trigo cristalino, evaluadas bajo condiciones naturales en el ciclo 2014-2015, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México. 1= CIRNO C2008, 2= Quetchehueca Oro C2013

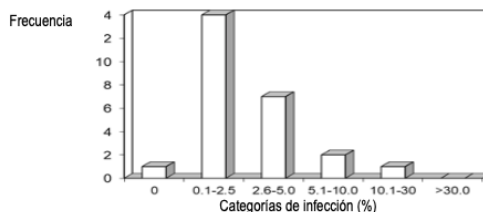


Figura 3. Categorías de infección (%) por punta negra, de líneas avanzadas y variedades comerciales de trigo cristalino evaluadas bajo condiciones naturales en el ciclo 2014-2015, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México

Cuadro 1. Líneas avanzadas de trigo cristalino evaluadas en campo bajo inoculación natural con punta negra (*Alternaria* spp.) en dos fechas de siembra, durante el ciclo agrícola 2014-2015, en el Valle del Yaqui, Sonora, México, que no presentaron granos infectados

No.	Pedigrí e historial de selección
1	1A.1D5+1-06/3*MOJO//RCOL/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/5/CF4-JS 40//SOOTY_9/RASCON_37/4/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN/9/CBC509 CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/AJAIA_12/ F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/8/S CDSS07B00576T-0TOPY-099Y-014M-11Y-4M-0Y
2	GUAYACANINIA/GUANAY//PORRON_4/BEJAH_7/7/CAMAYO//HYDRANASSA30/SILVER_5/3/SOOTY_9/RASCON_37/5/DUKEM_15/3/BISU_1/PLATA_16//RISSA/4/SOOTY_9/RASCON_37/6/SOOTY_9/RASCON_37//TILO_1/LOTUS_4/8/ALTAR84/BINTEPE 85/3/STOT//ALTAR 84/ALD/4/POD_11/YAZI_1/5/VANRRI CDSS10Y00504T-099Y-037M-13Y-4M-06Y
3	RANCO//CIT71/CII/3/COMDK/4/TCHO//SHWA/MALD/3/CREX/5/SNITAN/6/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/7/CIRNOC2008 CDSS09B00170S-099Y-011M-6Y-3M-06Y

Las variedades CIRNO C2008 y Quetchehueca Oro C2013 presentaron un promedio de infección de 1.5 y 0.5%, respectivamente. Fuentes-Dávila *et al.* (2013) reportaron que la línea de trigo cristalino SOMAT_4/INTER_8/4/GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/5/CNDO/PRIMA DUR//HAI-OU_17/3/SNITAN presentó un porcentaje de infección de 50.66% bajo condiciones naturales de infección en el ciclo agrícola 2009-2010, y que las variedades comerciales de trigo cristalino CIRNO C2008, Samayoa C2004, Patronato Oro

C2008 y Sáwali Oro C2008 tuvieron 13.93, 12.13, 6.03 y 5.85%, respectivamente. Otros reportes sobre la reacción de la variedad CIRNO C2008 a la punta negra son los de Fuentes-Dávila *et al.* (2014b) con 0.62%, (2015) con 3.6% y 5.91% en 2016. Estos niveles de infección afectan la calidad del grano con la consecuente baja en el precio de venta. Es importante se continúen las evaluaciones para asegurar niveles aceptables de resistencia y/o tolerancia a la punta negra en los nuevos materiales promisorios de trigo cristalino, para producir un cultivo comercialmente viable para los productores del estado de Sonora y que satisfaga los requerimientos de la industria.

4. Conclusiones

En este trabajo se encontraron tres líneas experimentales de trigo cristalino que no presentaron granos infectados con punta negra y quince estuvieron en la categoría de infección de 0.1 a 2.5%.

Referencias

1. Fuentes-Dávila, G., Figueroa-López, P., Cortés-Jiménez, J.M., Félix-Valencia, P., Camacho-Casas, M.A., Félix-Fuentes, J.L., Chávez-Villalba, G., and Ortiz-Ávalos, A.A. (2013). Reaction of selected cultivars and lines of durum and bread wheat to black point. *Annual Wheat Newsletter*, 59, 48-52.
2. Fuentes Dávila Guillermo, Ammar Karim, Figueroa López Pedro, Camacho Casas Miguel Alfonso, Félix Valencia Pedro, Cortés Jiménez Juan Manuel, Félix Fuentes José Luis, Chávez Villalba Gabriela y Ortiz Ávalos Alma Angélica. (2014a). Reacción a la punta negra de líneas avanzadas de triticale durante el ciclo agrícola 2011-2012. pp. 345-350. *Memorias del XVII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas*. Octubre 9 y 10, 2014. Mexicali, Baja California, México. 622 p. ISBN: 978-0-9908236-1-290000>9780990823612.
3. Fuentes-Dávila, G., Figueroa-López, P., Cortés-Jiménez, J.M., Félix-Valencia, P., Camacho-Casas, M.A., Félix-Fuentes, J.L. y Chávez-Villalba, G. (2014b). Reacción de trigos cristalinos a la punta negra (*Alternaria* spp.) bajo infección natural. *XVI Congreso Internacional y XLI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología*, A.C. Julio 20-24, 2014, Ixtapan de la Sal, Edo. de México, México.
4. Fuentes Dávila, G., Ayón-Ibarra, C.A., Figueroa-López, P., Camacho-Casas, M.A., Félix-Valencia, P., Félix-Fuentes, J.L. y Chávez-Villalba, G. (2015). Evaluación de la reacción a la punta negra en variedades y líneas de trigo cristalino y trigo harinero durante el ciclo agrícola 2013-2014. *Memorias del XVIII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas*. Octubre 29 y 30, 2015. Mexicali, Baja California, México. Cartel 73, jueves 29.
5. Fuentes Dávila, G., Figueroa-López, P., Camacho-Casas, M.A., Félix-Valencia, P., Ayón-Ibarra, C.A., Félix-Fuentes, J.L. y Chávez-Villalba, G. (2016). Evaluación de la reacción a la punta negra bajo infección natural, en variedades y líneas de trigo cristalino en el ciclo agrícola 2013-2014. pp. 12-14. *Memoria: Día del Agricultor 2016*. Publicación Especial No. 23. INIFAP, CIRNO, Campo Experimental Norman E. Borlaug. Cd. Obregón, Sonora, México. 72 p.
6. Mathur, S.B., and Cunfer, B.M. (1993). *Seed-borne Diseases and Seed Health Testing of Wheat*. Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries. Hellerup, Denmark. 168 p.
7. Prescott, J.M., Burnett, P.A., Saari, E.E., Ramsom, J., Bowman, J., de Milliano, W., Singh, R.P., and Bekele, G. (1986). *Wheat Diseases and Pests: A guide for field identification*. CIMMYT. Mexico, D.F. 135 p.
8. Watkins, J.E. (2013). Black point disease of wheat. University of Nebraska-Lincoln. http://baylor.agrilife.org/files/2011/06/blackpointnebguide_2.pdf. Consultado el 23 de Marzo, 2014.
9. Wiese, M.V. (1987). *Compendium of Wheat Diseases*. APS Press. The American Phytopathological Society. St. Paul, MN, USA. 112 p.

Área temática: Parasitología

Géneros De Nematodos En Plantaciones De Higuera (*Ficus Carica* L.) De Baja California Sur

Cabada-Tavares Carlos A.¹, Navarro-Ainza José A. C.¹, López-Carvajal Arturo²

¹Campo Experimental Todos Santos-CIRNO-INIFAP, La Paz; Baja California Sur, México
cabada.carlos@inifap.gob.mx

²Sitio Experimental Caborca-CIRNO-INIFAP, La Paz; Baja California Sur, México

Resumen

En Baja California Sur las plantaciones de higuera se caracterizan por una baja productividad, la cual se debe a una serie de factores entre los cuales se destaca la presencia de sintomatología en raíces de nematodos agalladores. Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue el identificar y cuantificar los géneros de nematodos asociados a las plantaciones de higuera, con el propósito de implementar mejores estrategias de manejo y control. Para lo cual se realizaron muestreos de suelo durante los años 2016-2018 en las plantaciones de higuera de B.C.S., encontrándose que los principales géneros presentes en las plantaciones corresponden a *Meloidogyne sp*, *Hemicycliophora sp* y *Aphelenchus sp*.

Palabras Clave: *Meloidogyne sp*, nematodos, higueras.

Abstract

In Baja California Sur plantations of fig trees are characterized by low productivity, which is due to a number of factors among which the presence of symptomatology in roots of root-knot nematodes stands out. That is why the aim of this work was to identify and quantify the genera of nematodes associated with plantations of fig trees, with the purpose of implementing better management and control strategies. To this end, soil samples were taken during the years 2016-2018, in fig trees of B.C.S. finding that the main genera present in the plantations, are *Meloidogyne sp*, *Hemicycliophora sp* and *Aphelenchus sp*.

Key words: *Meloidogyne sp*, nematodes, fig trees.

1. Introducción

En Baja California Sur las plantaciones de higuera (*Ficus carica* L.) se encuentran establecidas principalmente en el ejido Gustavo Díaz Ordaz (GDO), en una superficie de 300 ha, siendo con esto el segundo estado de México con mayor superficie establecida de higueras. Este cultivo representa uno de los principales ingresos, por exportación a Estados Unidos, de cerca de 150 productores de la región que se dedican a la producción del higo. Si bien las condiciones en el ejido GDO son favorables para los requerimientos agroecológicos de la higuera, una serie de factores como lo son la edad de las plantaciones y la presencia de nematodos, ha ocasionado

durante los últimos años, que los rendimientos sean bajos (aprox. 2 t ha⁻¹) en comparación con otros estados productores, por ejemplo, Morelos el principal productor de higo en México. Durante los últimos tres años se ha trabajado en la zona evaluando opciones de manejo sostenibles de nematodos (Navarro, Cabada y López, 2017) no obstante, su persistencia en las plantaciones continúa, aun cuando algunos tratamientos evaluados han mostrado mejoras importantes en su control. Es por ello que el propósito del presente trabajo fue identificar los géneros de nematodos asociados a las raíces de higueras en las plantaciones del ejido GDO, con la finalidad de buscar una estrategia integral a las opciones de manejo anteriormente evaluadas en la región, pretendiendo dirigir de manera específica y eficiente el control de los nematodos en las plantaciones de higueras de B.C.S.



Figura 1. Agallas formadas por nematodos en raíces de higueras de B.C.S.

2. Materiales y métodos

Se realizaron diez muestreos de suelo durante el periodo comprendido entre el año 2016 y el 2018. El área de monitoreo está localizada en el municipio de Mulegé, Baja California Sur en el ejido Gustavo Díaz Ordaz (GDO), con coordenadas geográficas (27°38'34'' LN y 113°27'03'' LO). Las plantaciones de higueras se caracterizan por ser en su mayor porcentaje de la variedad "Kadota" (>35 años), con densidad de 156 plantas ha⁻¹ en marco real de 8x8 m, bajo condiciones de riego por goteo. El suelo del área de estudio presenta un pH de 7.9, pobre en materia orgánica, bajo en sales solubles y de textura areno-migajosa, se registró la temperatura del suelo al momento de los muestreos con la utilización de un termómetro en las capas de 0 a 60 cm de profundidad. Además, la zona se caracteriza por la presencia de síntomas en raíces de nematodos agalladores (Figura 1). Las muestras recolectadas fueron enviadas a laboratorios especializados para la identificación de los nematodos presentes en suelo (MASTERLAB, Culiacán Sinaloa y en CREDIF, Mexicali Baja California, México). Se realizó el proceso de extracción de larvas de nematodos mediante la técnica del tamiz embudo de Baermann. La identificación y cuantificación se realizó en microscopio. Las muestras de suelo (500 g) se tomaron de la capa de 0-30 cm, en la zona de raíz activa de las plantas. El diseño experimental consistió en un bloque completamente al azar, con cuatro replicas y cada planta muestreada como unidad experimental. Las muestras analizadas fueron de tipo compuesta por cada lote

3. Resultados y discusión

Los resultados muestran que en las plantaciones de higueras localizadas en el ejido GDO, existe presencia de al menos nueve géneros distintos de nematodos. Siendo el de mayor presencia *Meloidogyne sp* del cual se llegó a contabilizar hasta 1925 individuos J2 en 300 g de suelo (Cuadro

1), que según los niveles de referencia se considera como una alta presencia, lo cual pudiera provocar daños al cultivo, ya que es el estadio de mayor importancia de este género, por ser la etapa infectiva del nematodo.

Los siguientes dos géneros con mayor persistencia en las plantaciones son *Hemicycliophora sp* y *Aphelenchus sp* (Cuadro 1 y Cuadro 2). El conocer la presencia de los diversos géneros asociados a este cultivo en Baja California Sur, así como su distribución, permitirá generar y aplicar estrategias de mayor impacto para minimizar los daños ocasionados por esta plaga y revertir los efectos en la producción de las higueras. Ya que se ha descrito previamente que los nematodos, principalmente el género *Meloidogyne sp*, no solo se asociada a una gran diversidad de cultivos, si no que logra afectar hasta un 20% su productividad, habiéndose descrito en plantaciones de higueras, la presencia de este género de nematodo en otros países como Costa Rica y España (Peraza *et al.*, 2013).

Otro aspecto a considerar en el presente monitoreo son las temperaturas registradas en el suelo durante los muestreos, la cual osciló entre los 27 y los 28°C (en el horizonte de 0 a 60 cm de profundidad), así como la temperatura del aire, la cual se registró en los 28°C durante el último muestreo de 2018. Se sabe que el desarrollo óptimo de estos patógenos se encuentra en temperaturas entre los 20 a los 36°C, razón a considerarse al momento de emitir un plan de manejo más preciso de nematodos en higueras del ejido GDO (Casadomet *et al.*, 2015). Esta puede ser la razón por la que los tratamientos evaluados durante los últimos años no siempre parecen ser tan efectivos o constantes en el manejo de nematodos en B.C.S. (Navarro *et al.*, 2017).

4. Conclusiones

Durante los años 2016-2018 se identificaron nueve géneros de nematodos asociados a plantaciones de higuera en el ejido de GDO. El principal género identificado corresponde a *Meloidogyne sp*, seguido por *Hemicycliophora sp* y *Aphelenchus sp*. La identificación de los géneros de nematodos asociados a plantaciones de higueras de B.C.S. busca mejorar las alternativas propuestas anteriormente de manejo sostenible de nematodos.

Cuadro 1. Géneros de nematodos identificados en plantaciones de Baja California Sur durante el periodo de 2016-2017 - Laboratorio CREDIF (INIFAP, 2018)

Género	LPi	JD-M1	PB	LPa	JD T1-M2	JD T2-M2	JD T3-M2	JD T4-M2	
Meloidogyne sp (J2)	646	1113	1744	1925	96	85	40	52	
Meloidogyne sp (J3)	0	1	0	0	0	0	0	0	
Meloidogyne sp (Macho)	0	0	1	1	0	0	0	0	
Criconematidae	0	70	0	0	0	0	0	0	
Tylenchus sp	12	3	1	0	0	0	0	0	
Tylenchorhynchus sp	0	0	15	0	0	0	0	0	
Ditylenchus sp	10	0	0	4	0	0	0	0	
Aphelenchus sp	1	3	2	1	0	3	0	1	
Hemicycliophora sp	0	0	0	0	55	50	25	42	
Dorylaimus sp	0	0	3	0	0	1	2	2	
Meloidogyne incognita*	20	77	27	10	NR	NR	NR	NR	
Meloidogyne incognita (J2)	JD T1-M3	JD T2-M3	JD T3-M3	JD T4-M3	JD T1-M4	JD T2-M4	JD T3-M4	JD T4-M4	JD M5
	11	170	146	217	96	85	40	52	12
	JD T1-M6	JD T2-M6	JD T3-M6	JD T4-M6	JD T1-M7	JD T2-M7	JD T3-M7	JD T4-M7	
	29	71	71	71	154	74	94	368	

Lotes muestreados en el ejido Gustavo Díaz Ordaz: LPi: Los Pinos, JD: Juan Domínguez, PB: Pedro Banda, LPa: Las Palmas, fecha de muestreo el 07 de agosto de 2016. Puntos de Muestreos en lote de JD en unidades experimentales con los tratamientos T1: Solarización, T2: *Paecilomyces variotti*, T3: Cascarilla de jaiba y T4: Testigo. Fechas de muestreos en lote de JD, M1: 07 de agosto de 2016, M2: 09 de septiembre de 2016, M3: 13 de octubre de 2016, M4: 08 de noviembre de 2016, M5: 11 de mayo de 2017, M6: 01 de junio de 2017 y M7: 04 de junio de 2017. NR: No Reportado, *Resultados en 1 gr de raíz. LPi, JD-M1, PB, LPa, JD-M5 corresponden a muestras compuestas de cada lote.

Cuadro 2. Géneros de nematodos identificados en plantaciones de Baja California Sur durante el año 2018 - Laboratorio MASTERLAB (INIFAP, 2018)

Género	LPi	JD-M1	PB	LPa	JD T1-M2	JD T2-M2	JD T3-M2	JD T4-M2	
Meloidogyne sp	13	140	20	0	20	0	27	0	7
Hemicycliophora sp	13	0	13	0	0	13	33	0	0
Aphelenchus sp	0	120	0	7	0	20	0	0	0
Longidorus sp	0	0	0	7	0	13	0	7	0

Puntos de Muestreos en lote de Juan Dominguez (JD) en unidades experimentales con los tratamientos T1: Solarización, T2: *Paecilomyces variotti*, T3: Cascarilla de jaiba y T4: Testigo. Fechas de muestreos: M8: 14 de junio de 2018, M9: 11 de julio de 2018 y M10: 31 de julio de 2018. cc: Centímetros cúbicos. **Niveles de referencia: *Meloidogyne sp.* (<13, 13, >13; bajo, medio y alto, respectivamente), *Hemicycliophora sp.*, *Aphelenchus sp.* y *Longidorus sp.* (<100, 100, >100; bajo, medio y alto, respectivamente). M8: Muestra compuesta del lote.

Referencias

1. Navarro, C., Cabada, C. y López, A. (octubre, 2017). Respuesta del higo a opciones sostenibles de control de nematodos en la región de Vizcaíno, B.C.S. *XX Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas*, Mexicali, Baja California México.
2. Casadomet, E., López, M., Pérez, F., Senero, M., Pérez, J. y Del Moral, J. (2015). Parásitos, patógenos y fisiopatías de la higuera. *Phytoma*, n. 271. Recuperado de Researchgate.net
3. Peraza, W., Rosales, J., Esquivel, A., Hilje, I., Molina, R. y Castillo, P. (2013). Identificación morfológica, morfométrica y molecular de *Meloidogyne incognita* en Higuera (*Ficus carica* L.) en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 24(2):337-346. Recuperado de redalyc.org

Infestación De Ácaros Fitófagos Y Benéficos, En Dos Secciones De Una Huerta Comercial De Naranjos De Baja California Sur

Camacho Razo Marcial¹, Loya Ramírez José Guadalupe¹, Beltrán Morales Félix Alfredo¹, Ruiz Espinoza Francisco Higinio¹, Zamora Salgado Sergio¹ Y Navejas Jiménez Jesús²

¹Universidad Autónoma de Baja California Sur camachomarcial96@gmail.com

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

Resumen

Este trabajo fue llevado a cabo en una huerta comercial del Valle de Santo Domingo, Baja California Sur. El objetivo del trabajo fue evaluar las poblaciones de ácaros en dos secciones de la huerta (Este vs Oeste) para contrastar la incidencia de ácaros en ambas secciones. En este trabajo fueron evaluados dos ácaros fitófagos: ácaro plano *Brevipalpus lewisi* McGregor y ácaro texano *Eutetranychus banksi* McGregor y un ácaro depredador: ácaro benéfico (especies no identificadas). En cada sección de la huerta, cuatro árboles fueron inspeccionados. Para ácaro plano en fruto, la infestación fue mayor en la Sección Este en los cuatro muestreos. En los tres primeros meses, las diferencias entre ambas Secciones fueron significativas. En ácaro texano en hoja también fue mayor la incidencia en la Sección Este, en tres de los cuatro muestreos. Sin embargo en ácaro benéfico la Sección Oeste fue la de mayor población. Esta disparidad entre ambas secciones del mismo huerto indica que para una evaluación justa de las poblaciones, es necesario sectorizar las huertas y tomar muestras separadas de cada sección.

Palabras Clave: *Brevipalpus lewisi* McGregor, *Eutetranychus banksi* McGregor, ácaro acarófago.

Abstract

This research was conducted out in a commercial Orchard of the Valle de Santo Domingo, Baja California Sur. The objective of the work was to evaluate the populations of mites in two section of the Orchard (this vs West) to contrast the incidence of mites in both sections. In this work were evaluated two phytophagous mites: flat mite, *Brevipalpus lewisi* McGregor and mite Texan *Eutetranychus banksi* McGregor and a predatory mite: mite charity (unidentified species). Four trees were checked in each section of the orchard. For flat mite in fruit, the infestation was higher in the East section in four samplings. In the first three months, the differences between both sections were significant. Texan mite population was also higher in the Eastern section in three of the four samplings. However, in beneficial mite the West section was the largest population. This disparity between both sections of the same garden indicates that you for a fair evaluation of populations, it is necessary to divide the orchards into sections and take samples from each section.

Key words: *Brevipalpus lewisi* McGregor, *Eutetranychus banksi* McGregor, acarofagou mites.

1. Introducción

Dentro del contexto agrícola, la citricultura es una de las actividades socioeconómica en México, en donde existen 549 mil hectáreas ocupadas por cítricos. A nivel mundial, México ocupa el cuarto lugar de exportación, con 7 millones de toneladas de cítricos anuales (Sánchez y Robles, 2011). Los ácaros son difíciles de detectar en virtud de su tamaño (120 a 400 μ de longitud). Por lo general, los ácaros son transportados hacia áreas nuevas sin sus enemigos naturales. Por esta razón, se convierten en plagas de gran impacto económico en periodos de 2 a 3 años. Además, los ácaros muestran rasgos biológicos y de comportamiento que elevan su potencial como especies invasoras (Navia, Moraes y De Flechtmann, 2007). Loya, Beltrán, Reyes, Ruiz y Zamora (2016), evaluaron el impacto de ácaros benéficos sobre ácaros fitófagos en naranjos. La correlación de ácaro benéfico, Phytoseiidae, contra ácaro plano, *Brevipalpus lewisi* McGregor, resultó ambigua porque en unas muestras la correlación fue negativa mientras que en otras fue positiva. University of California (1991), destaca la importancia de controlar al ácaro plano *Brevipalpus lewisi* McGregor, en cítricos, para evitar el daño en la calidad del fruto. Futch, Childers y McCoy (2014), destacan la necesidad de hacer una determinación taxonómica correcta de los ácaros en las huertas para formular programas de manejo integrado confiables. Además, es indispensable hacer una evaluación correcta del nivel de infestación en las huertas. Es frecuente que la distribución de los ácaros sea diferente, incluso, dentro de la misma huerta. En consecuencia, el propósito de este trabajo fue comparar la incidencia de los ácaros fitófagos y benéficos en dos secciones diferentes en una huerta comercial de naranjos.

2. Materiales y métodos

Esta investigación se llevó a cabo en una huerta comercial de naranjos de 15 años de edad, establecida en el Lote 4 de la Colonia Fernando De La Toba en el Valle de Santo Domingo, Baja California Sur. Las poblaciones evaluadas fueron: el ácaro plano (*Brevipalpus lewisi* McGregor), ácaro texano (*Eutetranychus banksi* McGregor) y ácaro benéfico (especies no identificadas). El conteo de ácaros inició en noviembre de 2014 y concluyó en marzo de 2015. Dos secciones de este lote fueron seleccionados (Sección Este y Sección Oeste). La muestra en cada sección y fecha consistió en cuatro árboles representativos de la huerta. Para contar *B. lewisi*, un fruto de cada punto cardinal del árbol fue revisado, mientras que para contar *E. banksi* y ácaro benéfico una hoja de cada punto cardinal fue revisada (la segunda o tercera hoja más cercana al fruto revisado). De esta manera, la muestra total incluyó 16 frutos (para *B. lewisi*) y 16 hojas (*E. banksi* y ácaro benéfico) por mes, en cada Sección de la huerta. La identificación y conteo de ácaros fue realizado con ayuda de una lupa “jeweler’s loupe” 20 x. Un análisis de varianza fue realizado para comparar estadísticamente las medias (Olivares, 2012).

3. Resultados y discusión

En la Figura 1 se aprecia que la infestación fue más alta, en los cuatro meses de muestreo, en la Sección Este. Cabe destacar que, en los tres primeros meses de muestreos, las diferencias entre ambos Secciones fueron significativas.

En la Figura 2 se observa que, a excepción de noviembre, en todos los meses la infestación fue mayor en la Sección Este. La diferencia más grande ocurrió en enero, cuando la infestación en esta sección superó en más del 100% a la Sección Oeste.

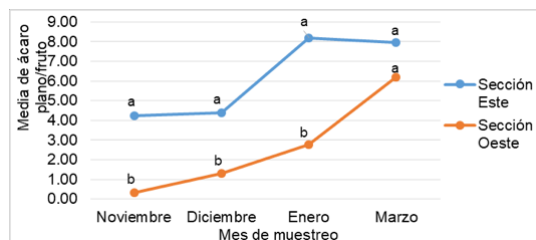


Figura 1. Comparación de la población de ácaro plano en fruto (n=16), en dos secciones de una huerta comercial de naranjos ubicada en lote 4 de la Colonia Fernando De La Toba, en El Valle de Santo Domingo, B.C.S.

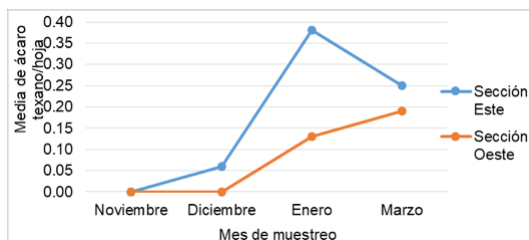


Figura 2. Comparación de la población de ácaro texano en hoja (n=16), en dos secciones de una huerta comercial de naranjos ubicada en el lote 4 de la Colonia Fernando De La Toba, en El Valle de Santo Domingo, B.C.S.

La Figura 3 muestra que, aunque la incidencia de ácaros benéficos fue baja (< 0.25/hoja), en los cuatro meses de muestreo las medias fueron mayores en la Sección Este. Incluso en los últimos tres meses, en la Sección Este la media fue 0.0 mientras que en la Sección Oeste la media fue de 0.06 ácaros benéficos/hoja. Aparentemente, las poblaciones de benéficos son bajas, pero tomando en cuenta que son difíciles de contar por que se desplazan velozmente, estos promedios son alentadores para el control biológico.

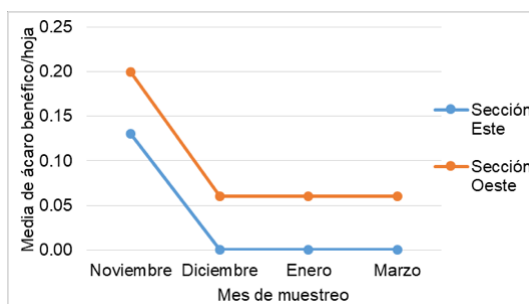


Figura 3. Comparación de la población de ácaro benéfico en hoja (n=16), en dos secciones de una huerta comercial de naranjos, ubicada en el lote 4 de la Colonia Fernando De La Toba, en El Valle de Santo Domingo, B.C.S.

4. Conclusiones

La infestación de ácaro plano, texano y benéfico fue diferente en las dos secciones del huerto (Este y Oeste), tanto para hoja como para fruto. Por lo cual, para hacer una evaluación fiel de las poblaciones de ácaros en una huerta comercial es indispensable dividirla en secciones, ya que la

infestación no es uniforme en toda la huerta. Este manejo permitiría hacer aplicaciones para el control de ácaro solamente en las secciones en donde la población haya rebasado el umbral económico.

Referencias

1. Futch, S. H., Childers, C. C. y McCoy, C. W. (2014). A Guide to Citrus Mite Identification. Pp. 4. IFAS. HS- 806. Extension. University of Florida.
2. Loya, R. J. G., Beltrán, M. F. A., Reyes, S. R. G., Ruiz, E. F. H. y Zamora, S. S. (2016). Impacto de ácaros benéficos sobre ácaros fitófagos en una huerta de naranjos en Baja California Sur. Memoria del XIX Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California Instituto de Ciencias Agrícolas. Mexicali, Baja California, México. Pp. 857-862.
3. Navia, D., Moraes, G. J., y De Flechtmann, CH. W. (2007). Phytophagous mites as invasive alien species: quarantine procedures. In: Morales-Malacara JB, Behan-Pelletier V, Ueckermann E, Pérez TM, Estrada E, Gispert C, Badii M (eds) XI International congress of acarology. Proceedings, Mérida, 307–316.
4. Olivares, S. E. (2012). Diseños experimentales FAUANL. Versión 1.0. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
5. Sánchez, A. H. y Robles, G. P. (2011). Situación actual y manejo regional del Huanglongbing de los cítricos en México. 5ª Semana Internacional de la Citricultura. Martínez de la Torre, Ver., Méx. 38 pp.
6. University of California. (1991). Integrated Pest management for Citrus. Publication 3303. 2nd Ed. 144pp.

Control Biológico De La Pudrición Blanca De La Cebolla

Torres Magaña Salma Karina, Ceja Torres Luis Fernando, López Díaz Sigifredo, Venegas González José, Cruz Cárdenas Gustavo, Villar Luna Edgar

Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Michoacán. Justo Sierra # 28 Jiquilpan, Michoacán, C.P. 59510, México lfceja@ipn.mx

Resumen

La producción de cebolla en México, disminuye considerablemente al ser afectada por la pudrición blanca, inducida por *Sclerotium cepivorum* Berk. Este hongo, solo afecta a especies del género *Allium* y desarrolla estructuras de sobrevivencia en el suelo, las cuales pueden sobrevivir más de 25 años. Para contrarrestar sus efectos, se ha utilizado principalmente el control químico, el cual impacta a los ecosistemas y la salud humana. Por lo anterior, el objetivo del trabajo fue evaluar alternativas biológicas para controlar la pudrición blanca, mediante la aplicación de *Trichoderma harzianum*, *Glomus* spp. y la incorporación de vermicompost de gallinaza. El experimento se estableció en campo, donde se determinó la incidencia y la severidad de la pudrición blanca, la densidad inicial y final de inóculo de *S. cepivorum*, y la producción de cebolla, en tres categorías. Los resultados muestran que tanto en la incidencia de la pudrición como en el rendimiento de cebolla categoría grande, no hubo diferencia estadísticas significativas entre los tratamientos, sin embargo, si la hubo con respecto al control, lo que indica que cualquiera de las alternativas biológicas evaluadas, pueden considerarse para el manejo de la enfermedad. También disminuyó el inóculo en todos los tratamientos, con respecto al control.

Palabras Clave: *Allium cepa*, *Sclerotium cepivorum*, manejo de enfermedad.

Abstract

The production of onion in Mexico, plummets to be affected by white rot, induced by *Sclerotium cepivorum* Berk. This fungus only affects species of the genus *Allium* and develops structures of survival in soil, which can live more than 25 years. To counter its effects, has been mainly used the chemical control, which impacts to ecosystems and human health. Therefore, the aim of the work was to evaluate biological alternatives to control the white rot by applying *Trichoderma harzianum*, *Glomus* spp. and the incorporation of manure vermicompost. The experiment was established in field, where it was determined the incidence and severity of white rot, the initial density and end of inoculum of *S. cepivorum*, and the production of onion, into three categories. The results show that both the rot incidence and the yield of large onions bulb, there was not statistically significant difference between the treatments, however, if there was relative to the control, indicating that any biological alternatives assessed, they can be considered for the management of the disease. It also decreased the inoculum in all treatments, as compared to the control.

Key words: *Allium cepa*, *Sclerotium cepivorum*, disease management.

1. Introducción

En los últimos años, las enfermedades fungosas han ocasionado fuertes pérdidas económicas en la producción de diferentes hortalizas en México y a nivel mundial (Fisher *et al.*, 2012). Una de las más importantes en el cultivo de la cebolla, es la pudrición blanca inducida por *Sclerotium cepivorum*; su micelio crece a través del suelo y una vez que se encuentra una raíz de género *Allium* spp., el hongo formará estructuras con el propósito de ayudar a la penetración de la planta. El micelio puede crecer hacia afuera de las raíces, por lo cual se puede pasar muy fácilmente a las raíces de plantas vecinas, esto es lo que ocasiona que se propague el hongo en toda una hilera e incluso en toda la producción (Mohammed *et al.*, 2014).

La pudrición blanca, se ha estado controlando básicamente con productos químicos, que aunque si bajan relativamente la incidencia del patógeno, crean cierta resistencia, contaminan el suelo, el agua, el medio ambiente y dañan la salud de las personas que se dedican a aplicarlos sin los cuidados apropiados. Por tal motivo, los métodos biológicos pueden ser una alternativa viable para reducir la densidad del inóculo del hongo en suelos infestados, por lo que el presente trabajo tuvo como objetivos, evaluar alternativas biológicas para el control de la pudrición blanca de la cebolla (*Allium cepa*).

2. Materiales y métodos

El experimento se estableció en la comunidad de la Puerta, municipio de Cojumatlán de Régules, Michoacán, México, localizado en las coordenadas: Latitud 20°10'30" y Longitud 102°81'63" a una altitud de 1540 msnm.

En la parcela experimental se aplicaron 6 tratamientos con cinco repeticiones. Cada tratamiento constó de cinco surcos de 4 m de longitud, con una separación de 0.50 m entre bloques. Se consideró como parcela útil los 3 surcos centrales; la distancia entre surcos fue de 0.60 m. Se sembró cebollín de la variedad "Suprema".

El diseño experimental fue en bloques completos al azar. Los tratamientos fueron: 1) vermicompost de gallinaza (20 t ha⁻¹), 2) *Glomus* spp. (20,000 esporas kg⁻¹ de peso seco), 3) Iprodione (1.2 kg ha⁻¹, 4) *Trichoderma harzianum* (1.0 x 10⁷ UFC g⁻¹ de peso seco), 5) vermicompost+*Glomus* spp.+T, *harzianum*, y 6) testigo absoluto. Estos se aplicaron tres veces a intervalos quincenales, dos semanas después del establecimiento del experimento.

Las variables evaluadas fueron la incidencia, severidad (clase 0= plantas sanas, 1= hojas cloróticas y marchitez inicial, 2= bulbos con micelio y esclerocios), densidad inicial y final de inóculo de *S. cepivorum* mediante la técnica de tamizado húmedo, y la producción de cebolla, en tres categorías. Los datos de las variables en estudio, se analizaron mediante un análisis de varianza y la prueba de Tukey (p<0.05); con el programa SAS System for Windows versión 9.0.

3. Resultados y discusión

Incidencia de pudrición blanca. La incidencia inicial de la pudrición blanca antes de la aplicación de los tratamientos, osciló entre 6.0% y 25.6% (Cuadro 1). El tratamiento químico presentó el doble de incidencia al inicio del ciclo, en comparación con los tratamientos biológicos; lo cual puede deberse a que las aplicaciones se hicieron 15 días después del establecimiento del experimento y también a que Iprodione funciona solo en periodos cortos del cultivo, principalmente en la siembra de bulbillos, al inicio de la plantación, siempre y cuando se encuentre una baja población de esclerocios y en condiciones donde no se favorezca el desarrollo de la enfermedad (Crowe, 1995). Es importante señalar que hubo un incremento considerable entre la incidencia inicial y la final (al momento de la cosecha); sin embargo la mayor incidencia se registró en el testigo 65.4%, con diferencias significativas, con respecto a los demás tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Incidencia de pudrición blanca de la cebolla, por efecto de tratamientos.

Tratamientos	Incidencia inicial (%)	Incidencia final (%)
1 Vermicompost (Vc)	6.4	51.4 b*
2 <i>Glomus spp.</i> (Gl)	6.0	48.4 b
3 Iprodione	15.2	49.4 b
4 <i>T. harzianum</i> (Th)	8.4	46.5 b
5 Vc+Gl+Th	8.8	49.2 b
6 Testigo	25.6	65.4 a

*= Valores con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$)

Severidad de pudrición blanca. Las plantas tratadas con *T. harzianum*, *Glomus spp.*, vermicompost e Iprodione, obtuvieron mayor porcentaje de plantas sanas (clase 0); en contraste el testigo fue el más afectado con 56.7% de plantas enfermas (clase 1), y además presentó mayor porcentaje de plantas muertas (8.7%), lo cual se refleja también en una menor producción (Cuadro 2).

Cuadro 2. Grado de severidad de la pudrición blanca y producción promedio de cebolla por tratamiento

Tratamientos	Clase 0	Clase 1	Clase 2	Producción (kg)
1 Vermicompost (Vc)	48,6 %	49,2 %	2,2 %	43.8 a
2 <i>Glomus spp.</i> (Gl)	51,6 %	45,5 %	2,9 %	42.8 a
3 Iprodione	50,6 %	44,9 %	4,5 %	40.2 ab
4 <i>T. harzianum</i> (Th)	53,4 %	44,0 %	2,6 %	40.4 a
5 Vc+Gl+Th	50,7 %	46,6 %	2,7 %	36.0 ab
6 Testigo	34,6 %	56,7 %	8,7 %	30.7 b

*= Valores con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$)

Densidad de inóculo de *S. cepivorum*. El experimento se inició con una densidad de 1.8 esclerocios g⁻¹ de suelo. Al final del trabajo de campo, disminuyó hasta 0.3 en el caso de Th y Vc+Gl+Th; 0.4 en el tratamiento Vc, y 0.5 esclerocios g⁻¹ de suelo en Gl e Iprodione. Chet y Henis (1985) señalan que *T. harzianum* puede inhibir la germinación de esclerocios debido a una competencia por nutrientes entre ambos microorganismos. Por su parte, Zuñiga-Mendoza y Ceja-Torres (2017), señalan que *T. harzianum* tiene una tasa de crecimiento acelerado en cultivo *in vitro*, con gran capacidad antagonica ante *Sclerotium cepivorum* y *Sclerotium rolfii* al inhibir no solo el crecimiento micelial, sino también el número de esclerocios y parasitar gran porcentaje de sus estructuras.

Cabe señalar que se esperaba una densidad de inóculo mayor en el testigo, al final del ciclo; sin embargo se cuantificó 1.3 esclerocios g⁻¹ de suelo, es decir fue menor comparada con la densidad inicial. Ulacio *et al.* (2006) mencionan que es frecuente que esto suceda de forma natural debido a las interacciones químicas y/o biológicas que puedan surgir en el suelo.

Producción de cebolla. Respecto a esta variable, los tratamientos de vermicompost, *Glomus* y *Trichoderma*, numéricamente indujeron mayor producción de cebolla, aunque estadísticamente fueron iguales que al aplicarlos juntos (Vc+Gl+Th) y al producto químico; siendo el menos productivo y estadísticamente diferente, el tratamiento testigo (Cuadro 2).

4. Conclusiones

Los tratamientos biológicos fueron los mejores en todas las variables con respecto al testigo, pues disminuyeron la incidencia y severidad de la pudrición blanca, la densidad de inóculo de *S. cepivorum*, y promovieron la mayor producción del cultivo de cebolla.

Referencias

1. Chet, I., and Henis, Y. (1985). *Trichoderma* as a biocontrol agent against soilborne root pathogens. pp. 110-112. In: C.A. Parker, A.D. Rovira, K.J. Moore, P.T.W. Wog, and J.F. Kollmorgen (eds). Ecology and Management of Soilborne Plant Pathogens. American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. 358 p.
2. Crowe, F.J. 1995. White rot. In: Compendium of onion and garlic diseases. H.F. Schwartz y S.K. Mohan (eds.). Minnesota. APS Press. p. 14-16.
3. Fisher, M. C., Henk, D. A., Briggs, C.J., Brownstein, J.S., Madoff L. C., McCraw, S. L. and Gurr, S. J. (2012). *Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health*. Nature. 484, 186-194. doi:10.1038/nature10947
4. Granados, M. (2005). Pudrición blanca de la cebolla: Una enfermedad difícil de combatir. Agronomía Costarricense. 29, 143-156.
5. Mohammed, A., Shiberu, T. y Thangavel S. (2014). Withe rot (*Sclerotium cepivorum* Berk). An aggressive pest of onion and garlic in Ethiopia: an overview. J. Agr Biotech Sust Dev. 6(1), 6-15.
6. Ulacio, O., Mejía, Z., Garza, M., y Sandoval, P. (2006). Strategies for management of *Sclerotium cepivorum* Berk. in garlic. Journal of Plant Pathology. 88(3), 253-261.
7. Zuñiga-Mendoza, E. and Ceja-Torres, L.F. (2017). *In vitro* antagonism of *Trichoderma harzianum* on *Sclerotium cepivorum* Berk. and *Sclerotium rolfii* Sacc., causal agents of onion rot. Phyton, 86, 7-13.

Mortalidad De Larvas De Crisopa *Chrysoperia Carnea* Con Insecticidas De Diferente Modo De Acción

Cortez Mondaca Edgardo¹, López Buitimea Mónico², Pérez-Márquez Jesús³, Valenzuela-Escoboza Fernando A.⁴, Macías Cervantes Jaime¹, Sandoval Cota Uri Pabel¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)- Campo Experimental Valle del Fuerte. Km 1619 carretera Internacional México-Nogales. Juan José Ríos, Sinaloa. cortez.edgardo@inifap.gob.mx

²Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte. Lázaro Cárdenas 315 Pte. Col. Centro, Los Mochis, Sinaloa

³INIFAP-C.E. Valle de Culiacán, Km 17.5 carretera Culiacán-El Dorado Culiacán, Sinaloa

⁴Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte-UAS. Avenida Japaraqui y Calle 16, Juan José Ríos, Sinaloa

Resumen

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar el efecto letal de insecticidas con diferente modo de acción sobre crisopa *C. carnea*. Se evaluaron insecticidas de diferentes modos de acción en condiciones de laboratorio, exponiendo larvas de segundo instar a hojas contaminadas con seis tratamientos. Al final, 18 días después de la exposición, el insecticida Novaluron, inhibidor de la síntesis de la quitina, fue el insecticida más tóxico para larvas de crisopa al provocar la muerte de larvas y pupas; le siguió el insecticida fosforado Clorpirifos. La tierra de diatomeas, el Sulfoxaclor y el Flupyradifurone, junto con el testigo no mostraron mortalidad.

Palabras Clave: Efecto tóxico, Depredador, Larva segundo instar.

Abstract

The present work was carried out with the objective of determining the lethal effect of insecticides with different mode of action on lacewings *C. carnea*. Insecticides of different modes of action were evaluated in laboratory conditions, exposing second instar larvae to leaves contaminated with six treatments. At the end, 18 days after the exposure, the insecticide Novaluron, inhibitor of the synthesis of chitin, was the most toxic insecticide for larvae of lacewings, causing the death of larvae and pupae; followed by the phosphorus insecticide Chlorpyrifos. The diatomaceous earth, Sulfoxaclor and Flupyradifurone, together with the control did not show mortality.

Key words: Toxic effect, Predator, Larva second instar.

1. Introducción

Entomólogos de la Universidad de California, EE.UU., desarrollaron el concepto de control integrado de plagas (CIP) durante la década de 1950, en respuesta a dos factores principales: (1) el desarrollo de la resistencia a los insecticidas; y (2) la destrucción de enemigos naturales de insectos mediante insecticidas dirigidos contra insectos plaga. El CIP es la combinación del control químico y el control biológico (Bartlett, 1956). Dos métodos de control de plagas que se contraponen, ya que el empleo de insecticidas convencionales, por lo general, exhiben elevada mortalidad de enemigos naturales, los cuales son incluso más susceptibles que los insectos fitófagos (Croft, 1990). Sin embargo, el desarrollo de insecticidas modernos, específicos o al menos selectivos, permiten incrementar una adecuada combinación de dichos métodos de control, en el marco de un manejo integrado de plagas, que es la estrategia posterior al CIP (Smith y Van den Bosch, 1967; Stern, Smith, Van den Bosch, Hagen, 1959). Es necesario el desarrollo de insecticidas alternativos, de tipo biorracional, menos contaminantes y dañinos para la fauna benéfica, los usuarios y los consumidores, y realizar estudios para determinar el efecto particular sobre la fauna benéfica. El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la mortalidad que originan insecticidas con diferente modo de acción sobre larvas de crisopa *Chrysoperla carnea* s. lat. (Stephens).

2. Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el laboratorio de Entomología Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), 25°46'28.71''N. 108°48'26.29''O, del 16 de febrero al 08 de marzo de 2018.

Las larvas de crisopa de segundo instar, próximas a tercer instar y el huevo de *Sitotroga cerealella* (Olivier) utilizado como alimento de la misma se consiguió en el laboratorio de la Unidad Tecnológica Fitosanitaria Integral de la Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte. Se utilizaron hojas de limón Persa de alrededor de 5 cm de longitud, obtenidas de una huerta de alrededor de seis años de edad, propiedad de Irasema Araujo (25.65236 -108.61360), próxima al poblado "Las Parritas".

Tratamientos

1. Clorpirifos (Lorsban® 480 CE) 1.0 L ha⁻¹.
2. Flupyradifurone (Sivanto® Prime 20 SL) 200 mL ha⁻¹.
3. Sulfoxaflor (Toretto® 21.8 SC) 100 mL ha⁻¹.
4. Novaluron (Massada® 100 CE) 200 mL ha⁻¹.
5. Tierra de diatomeas (Diata-sin® PH) 2.0 kg ha⁻¹.
6. Testigo agua.

En todos los tratamientos se incluyó en el agua, previo al tratamiento insecticida, 1.0 mL de acidificante-coadyuvante (Surfacid®), para ajustar el pH del agua utilizada en la solución

alrededor de 6.0 y prevenir una hidrólisis alcalina de los insecticidas. En el tratamiento Testigo también se utilizó el acidificante para corroborar que no era éste el que provocó la respuesta tóxica en el insecto. Para realizar el ensayo se utilizaron cajas de Petri de plástico en las que se colocó huevo de *S. cerealella*, para la alimentación de las larvas, una larva por caja de Petri. El alimento se proporcionó cada 24 h. Se colocó una hoja de limón Persa impregnada con la solución de cada tratamiento, de alrededor de 5 cm de longitud y se desechó a las 48 h. La solución de cada tratamiento se preparó en un recipiente de plástico de 2.0 L de capacidad y la solución preparada fue 1.0 L; allí se introdujeron una a una las hojas de limón (con la ayuda de una pinza entomológica) que previo un leve movimiento se sacudieron de la solución excedente, después se colocaron cada una en la caja de Petri que le correspondía; las hojas tratadas con los insecticidas fueron contaminadas por única ocasión. Al final se colocó la larva en cada caja de Petri asegurando que estas se posaran directamente sobre la hoja de limón, finalmente se cubrió la caja con la tapa respectiva. Las condiciones de laboratorio fueron 16:8 horas luz/oscuridad y temperatura ambiente que fluctuó de 14 a 32°C. Cada 24 h se realizaron lecturas de mortalidad; se consideró muerta la larva postrada y que no respondiera al ser tocadas con la punta de un lápiz, y aquellas que no alcanzaron la etapa adulta. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar de cuatro cajas de Petri, con tres repeticiones y los datos de mortalidad previamente corregidos por Abbott (1925), para eliminar la mortalidad desconocida, se transformaron a raíz cuadrada y sometieron a un ANVA para un diseño completamente aleatorio y las medias se separaron por Tukey ($p < 0.05$) (SAS, 2006).

3. Resultados y discusión

A las 24 h de exposición de las larvas de crisopa a los tratamientos evaluados, se observó mortalidad de las larvas de segundo instar, en los tratamiento que incluyen Clorpirifos con tres larvas muertas, Flupiradyfurone dos larvas muertas y en el Testigo una larva muerta (Cuadro 1). Para el muestreo a las 72 h, la mortalidad de larvas se incrementó en el Clorpirifos a cinco larvas muertas y en el Novaluron se encontraron dos larvas muertas, en el Flupiradyfurone y el Testigo se mantuvo los datos de larvas muertas de la lectura anterior (Cuadro 2). A las 144 h de exposición a los tratamientos sólo en el Novaluron ocurrió un cambio en los datos de mortalidad, se incrementó a tres larvas muertas (Cuadro 3). El siguiente incremento de la mortalidad ocurrió hasta las 432 h después (18 d) de la exposición a los tratamientos, en el tratamiento Novaluron las crisopas en estado de pupa murieron, nueve especímenes; en el resto de los tratamientos los ejemplares sobrevivientes llegaron adulto en esa misma fecha (Cuadro 4). El Novaluron fue el único tratamiento que provocó el 100% de mortalidad, el Clorpirifos mostró una mortalidad de 41.6%, el Flupiradyfurone el 16.7% y el Testigo agua 8.3% de mortalidad (Cuadro 4). El Sulfoxaflor y las Tierras de diatomeas no ocasionaron mortalidad alguna sobre crisopa.

Cuadro 1. Larvas de crisopa muertas a las 24 h de exposición a los tratamientos de insecticidas.

Tratamientos	I	II	III	Σ
Clorpirifos	1	1	1	3
Flupiradifurone	0	1	1	2
Sulfoxaflor	0	0	0	0
Novaluron	0	0	0	0
Tierra de diatomeas	0	0	0	0
Testigo	1	0	0	1

Cuadro 2. Larvas de crisopa muertas a las 72 h de exposición a los tratamientos insecticidas.

Tratamientos	I	II	III	Σ
Clorpirifos	2	2	1	5
Flupiradifurone	0	1	1	2
Sulfoxaflor	0	0	0	0
Novaluron	2	0	0	2
Tierra de diatomeas	0	0	0	0
Testigo	1	0	0	1

Cuadro 3. Larvas de crisopa muertas a las 144 h de exposición a los tratamientos insecticidas.

Tratamientos	I	II	III	Σ
Clorpirifos	2	2	1	5
Flupiradifurone	0	1	1	2
Sulfoxaflor	0	0	0	0
Novaluron	3	0	0	3
Tierra de diatomeas	0	0	0	0
Testigo	1	0	0	1

Cuadro 4. Larvas de crisopa muertas y porcentaje de mortalidad (%) 432 h de exposición a los tratamientos insecticidas.

Tratamientos	I	II	III	Σ
Clorpirifos	2	2	1	5
Flupiradifurone	0	1	1	2
Sulfoxaflor	0	0	0	0
Novaluron	4	4	4	12
Tierra de diatomeas	0	0	0	0
Testigo	1	0	0	1

En el ANOVA de los datos obtenidos al final de la evaluación (432 h), después de corregir la mortalidad (Abbott, 1925) y transformar los datos a raíz cuadrada, mostraron diferencia

significativa entre tratamientos ($P < 0.0001$), el insecticida Novaluron, que provocó la mayor mortalidad, fue diferente al resto de los tratamientos; el Clorpirifos fue diferente a los cuatro tratamientos restantes ($P < 0.0001$); mientras que el Flupyradifurone, la Tierra de diatomeas, el Sulfoxaflor y el testigo no se diferenciaron entre sí (Figura 1).

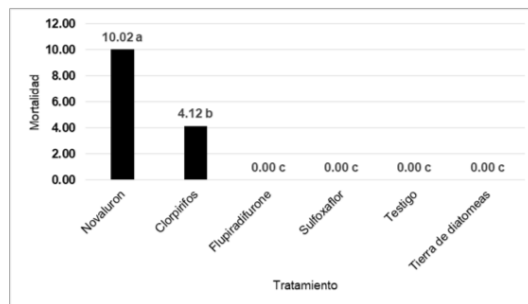


Figura 1. Separación de medias entre tratamientos

Los resultados obtenidos son un tanto inesperados, en el sentido de que el insecticida que afecta la metamorfosis, el Novaluron se considera bio-rrracional por su selectividad, pero fue el que mayor mortalidad provocó sobre larvas lo que ya habían documentado Amarasekare y Shearer (2013) y fue el único que mató pupas; ya que Cutler y Scott-Dupree (2007) indican que por su modo de acción la selectividad es sobre enemigos naturales adultos. Por otro lado, en ocasiones sucede que un insecticida puede ser muy selectivo y tener efectos nocivos para alguna especie no blanco en particular, o a la inversa, un insecticida de amplio espectro puede no ser tóxico para alguna especie determinada, entomófaga o fitófaga. Lo interesante es contar con la información para tener la posibilidad de elegir el insecticida adecuado y en un momento dado integrar el empleo del control químico con el control biológico, en éste caso los datos indican que crisopa *C. carnea* puede utilizarse y si es necesario asperjar relativamente al mismo tiempo con Tierras de diatomeas, Sulfoxaclor o Flupyradifurone,

4. Conclusiones

El insecticida Novaluron inhibidor de la síntesis de la quitina fue el insecticida más tóxico para crisopa *C. carnea* al provocar la mayor cantidad de larvas y pupas muertas; le siguió en grado de toxicidad el insecticida fosforado Clorpirifos. Las Tierras de diatomeas, el Sulfoxaclor y el Flupyradifurone, mostraron la menor toxicidad de crisopa, junto con el testigo agua.

Agradecimientos. Los autores agradecen al C. Héctor Saucedo Orduño por su colaboración en el trabajo de campo.

Referencias

1. Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18:265-267.
2. Barlett, B.R. 1956. Natural predators: Can selective insecticides help to preserve biotic control? *Agric. Chem.* 11: 42-44.
3. Croft, B.A. 1990. *Arthropods biological control agents and pesticides*. New York. Wiley Intersci. 732 p.

4. Cutler, G., and Scott-Dupree, C. 2007. Novaluron: prospects and limitations in insect pest management. *Pest Technol.* 1. 38-46.
5. Amarasekare, k. G., and P. W. Shearer. 2013. Comparing Effects of Insecticides on Two Green Lacewings Species, *Chrysoperla johnsoni* and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *J. Econ. Entomol.* 106: 1126-1133.
7. SAS. 2006. Statistical analysis system. SAS User's Guide; Statistics (Ver. 9.3.1). SAS Institute Inc. Cary, NC.
8. Smith, R. F., and van den Bosch, R. 1967. Integrated control. In: W.W. Kilgore and R.L. Doutt (Eds.), *Pest control: biological, physical and selected chemical methods*, pp. 295-340. New York: Academic Press.
9. Stern, V.M., R.F. Smith, R. Van den Bosch y K.S. Hagen. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia*, 29: 81-101.

Evaluación Del Herbicida Mesosulfurón + Iodosulfurón (Sigma Forte) En Mezcla Con Latifolicidas En Trigo En El Sur De Sonora, México

Díaz Beltrán Heriberto¹, Tamayo-Esquer Luis Miguel², García-Gerardo Juan José³, Tamayo-Peñuñuri Luis Miguel⁴, Campos Gutiérrez Jesús Francisco⁵, Araujo Zavala Alán Eduardo⁶

¹Instituto Tecnológico De Sonora beto_diaz_beltran@hotmail.com

²Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias

³Bayer De México

⁴Dow Dupont México

⁵Basf Mexicana

⁶Fmc México

Resumen

El manejo de maleza en trigo requiere herbicidas eficaces y selectivos; por lo que se evaluó mesosulfurón + iodosulfurón en mezcla con formulaciones de latifolicidas para el control de maleza en aplicaciones tardías, su selectividad y rendimiento del cultivo. El estudio se hizo en el valle del Yaqui, Sonora, México, aplicando en postemergencia tardía 1.0 Lha⁻¹ de mesosulfurón + iodosulfurón, en mezcla con los siguientes latifolicidas: fluroxipir + halauxifen 0.5 Lha⁻¹, fluroxipir 0.5 Lha⁻¹, tritosulfurón + dicamba 200 Gha⁻¹ y thifensulfurón + metsulfurón 30 Gha⁻¹; además un testigo comercial (Pinoxaden + fluroxipir + halauxifen 1.0 + 0.5 Lha⁻¹), comparados con un testigo sin aplicación. Se evaluó el efecto de los tratamientos 15, 30, y 45 dda y el rendimiento, realizándose un análisis de varianza y comparación de medias (Tukey P<0.05). El control de maleza gramínea con mesosulfurón + iodosulfurón mezclado con latifolicidas y el testigo regional, controlaron suficientemente en la práctica 15 y 30 dda; sin embargo, sólo se mantuvo esta eficacia con mesosulfurón + iodosulfurón con fluroxipir y el testigo regional hasta los 45 dda, ya que los otros tratamientos presentaron solo un control medio. La maleza latifolia, fue controlada suficientemente en la práctica con mesosulfurón + iodosulfurón en mezcla con los diferentes latifolicidas hasta 45 dda, incluyendo el testigo regional. No hubo fitotoxicidad en trigo, que pudiera reflejarse en su rendimiento. El mayor rendimiento fue para mesosulfurón + iodosulfurón con thifensulfurón + metsulfurón, seguido de mesosulfurón + iodosulfurón con tritosulfurón + dicamba, mesosulfurón + iodosulfurón con fluroxipir, mesosulfurón + iodosulfurón con fluroxipir + halauxifen, del testigo regional y del testigo sin aplicación.

Palabras Clave: Maleza, Herbicidas, Postemergencia.

Abstract

The management of weeds in wheat requires efficient and selective herbicides; for which mesosulfuron + iodosulfuron was evaluated in mixture with formulations of broadleaf herbicides for the control of weeds in late applications, their selectivity and crop yield. The study was done in Sonora, Mexico, applying in a post-emergence of 1.0 Lha⁻¹ of mesosulfuron +

iodosulfurón, in mixture with the following broadleaf herbicides: fluoroxipir + halauxifen 0.5 Lha⁻¹, fluoroxipir 0.5 Lha⁻¹, tritosulfuron + dicamba 200 Gha⁻¹ and thifensulfuron + metsulfuron 30 Gha⁻¹; also a commercial witness, compared with the witness without application. The 15, 30, and 45 daa control and the yield were evaluated, with analysis of variance and comparison of means (Tukey's P <0.05). The control of grass weeds with mesosulfurón + iodosulfurón mixed with broadleaf herbicides and the regional control, practically controlled 15 and 30 daa; however, only this efficacy was maintained with mesosulfurón + iodosulfurón with fluroxypyr and the regional control until 45 daa, since the other treatments presented only an average control. The broadleaf weeds was sufficiently controlled in practice with mesosulfurón + iodosulfurón in mixture with the different formulations up to 45 daa, including the regional control. There was no phytotoxicity in wheat, which could be reflected in its yield. The highest yield was for mesosulfurón + iodosulfurón with thifensulfuron + metsulfuron (7,781.3 Kha⁻¹), followed by mesosulfurón + iodosulfurón with tritosulfuron + dicamba (6.875 Kha⁻¹), mesosulfurón + iodosulfurón with fluroxipir (6.703.2 Kha⁻¹), mesosulfurón + iodosulfurón with fluroxipir + halauxifen 6,430.6 Kha⁻¹), from the regional control (6,391.7 Kha⁻¹) and from the control without application (1,195.3 Kha⁻¹).

Key words: Weed, Herbicides, Postemergence.

1. Introducción

El manejo integrado de maleza incluye al control químico como una alternativa de primer orden, ya que el mercado mundial de plaguicidas registró más de 40 millones de dólares de venta; de los cuales, 48 por ciento fueron herbicidas (McDougall, 2008); en cereales en México, el 71 por ciento del mercado corresponde tan solo a herbicidas (Rosales y Esqueda, 2010). Se espera una tasa de crecimiento anual del mercado global de plaguicidas de 5.79 por ciento entre 2017-22, donde los herbicidas crecerán con una tasa de un 5.88 por ciento, seguido de los fungicidas (Anónimo, 2017). El problema de maleza en el sur de Sonora no deja de incrementarse y representa a los principales factores que reducen la producción en trigo; además, el cambio climático ha contribuido a la reducción de eficacia y selectividad de herbicidas, por estrés del cultivo y maleza (Tamayo-Esquer y Tamayo-Peñuñuri, 2015). Las especies como avena silvestre, malva, chuales, entre otras, representan un serio problema, al contar con una etapa óptima de control muy breve; siendo difícilmente controladas en aplicaciones tardías, lo que reduce el rendimiento y calidad del trigo, entre otros (Tamayo-Esquer, 2001). Mesosulfurón + iodosulfurón (Sigma Forte), es una mezcla de sulfonilureas, con absorción foliar para postemergencia e inhibe la acetolactato sintetasa; las cuales controlan maleza de hoja angosta y ancha en trigo y cebada. Por otro lado, fluroxipir + halauxifen (Pixxaro) es una mezcla de dos auxinas sintéticas del grupo piridinas y del ácido picolínico; son sistémicas para maleza anual de hoja ancha y algunas perennes en trigo. En el caso de tritosulfurón + dicamba (Condrax), el primero inhibe la enzima acetolactato sintetasa y el segundo afecta el nivel de auxinas, ampliando su espectro de control de maleza de hoja ancha en maíz y trigo. Finalmente, las sulfonilureas thifensulfurón + metsulfurón (Situi XP), son de acción sistémica y efectivas en maleza anuales de hoja ancha y correhuela perenne en la postemergencia selectiva de trigo.

Es imperativo generar tecnología integrando prácticas culturales y herbicidas, para eficientar el manejo de maleza; requiriéndose de productos eficaces y selectivos al trigo; lo anterior, se considera en los objetivos del presente ensayo: evaluar la eficacia de mezclas de mesosulfurón + iodossulfurón con formulaciones de latifolicidas, para el control del complejo de maleza en aplicaciones tardías, así como su posible fitotoxicidad sobre el rendimiento de trigo.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en el valle del Yaqui, Sonora, México, aplicándose en postemergencia tardía mesosulfurón + iodossulfurón (Sigma Forte), en mezcla con varios latifolicidas, sobre el complejo de maleza en trigo; para lo que se usó la variedad CIRNO C2008, en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de ocho surcos a 0.80 metros de separación por 50 metros de largo; considerándose cuatro repeticiones. Se evaluaron tratamientos con 1.0 Lha⁻¹ de mesosulfurón + iodossulfurón, en mezcla con los latifolicidas comerciales de la región: fluroxipir + halauxifen 0.5 Lha⁻¹ (Pixxaro), fluroxipir 0.5 Lha⁻¹ (Starane Ultra), tritosulfurón + dicamba 200 Gha⁻¹ (Condraz) y thifensulfurón + metsulfurón 30 Gha⁻¹ (Situi XP); además de una dosis del testigo comercial con pinoxaden + fluroxipir + halauxifen 1.0 + 0.5 Lha⁻¹ (Axial XL + Pixxaro), comparadas con un testigo sin aplicación. Se usó una aspersora terrestre comercial, con boquillas Tee-Jet 8002; para un volumen de agua de 200 Lha⁻¹. Se evaluó el porcentaje de control 15, 30, y 45 días después de la aplicación (dda); realizándose un análisis de varianza y una prueba de separación de medias (Tukey's P<0.05) para establecer su eficacia biológica.

3. Resultados y discusión

Los resultados del control de maleza 15 dda, se presentan en el Cuadro 1, donde se observa que para avena y alpistillo (*Avena fatua* L. y *Phalaris* spp.), se registró 92.5 por ciento para los tratamientos con mesosulfurón + iodossulfurón en mezcla con: fluroxipir + halauxifen, fluroxipir y tritosulfurón + dicamba; lo que indica un efecto sobre maleza considerado como un control suficiente en la práctica (Escala de la EWRS). En el caso de mesosulfurón + iodossulfurón con thifensulfurón + metsulfurón, se registró 90 por ciento y el testigo regional 91.5 por ciento de control, ambos con un efecto suficiente en la práctica.

En el complejo de maleza latifolia (mostaza negra *Brassica nigra* L., chuales *Chenopodium* spp y malva *Malva parviflora* L.) el control varió entre 91.5 y 92.5 por ciento, para los diferentes tratamientos, incluyendo al testigo regional; considerados como suficientes en la práctica. Los análisis estadísticos, no muestran diferencias significativas entre los tratamientos herbicidas, por lo que desde los 15 dda, se controla cuando menos de manera suficiente en la práctica, el complejo de maleza gramínea y latifolia con los diferentes tratamientos evaluados.

Para los 30 dda, se registra en el caso de gramíneas entre 89 y 92.5 por ciento de control (Cuadro1); asimismo para maleza latifolia (91.5 a 92.5%), indicando un efecto suficiente en la

práctica. Por lo que, con cualquiera de los tratamientos de mesosulfurón + iodossulfurón en mezcla con los latifolicidas evaluados, se controlan ambos tipos de maleza de manera suficiente en la práctica 30 dda, incluyendo al testigo regional.

Cuadro 1. Control de maleza como resultado de mezclas de mesosulfurón + iodossulfurón con latifolicidas postemergentes en trigo en el sur de sonora. Ciclo otoño-invierno 2017-18

N° de tratamiento	% control de avena y alpiſtillo			% control de mostaza, chuales y malva		
	15	30	45	15	30	45
1 Mesosulfurón + iodossulfurón + fluroxipir + halauxifen (0.5 + 0.5 Lha ⁻¹)	92.5 a	89.0 a	86.5 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
2 Iodossulfurón + mesosulfurón + fluroxipir (0.5 + 0.5 Lha ⁻¹)	92.5 a	92.5 a	87.5 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
3 Iodossulfurón + mesosulfurón + tritosulfurón + dicamba (0.5L+200Gha ⁻¹)	92.5 a	92.5 a	82.5 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
4 Iodossulfurón + mesosulfurón + thifensulfurón + metsulfurón(0.5L+30Gha ⁻¹)	90.0 a	91.5 a	86.5 a	92.5 a	91.5 a	92.5 a
5 Testigo regional*	91.5 a	91.5 a	87.5 a	91.5 a	92.5 a	92.5 a
6 Testigo sin aplicación	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
Tukey's P<0.05=	1.462	1.404	1.359	1.339	1.339	1.318

*Pinoxaden + fluroxipir + halauxifen (1.0 + 0.5 Lha⁻¹).

Para los 45 dda (Cuadro 1), la maleza gramínea se registró con un control suficiente en la práctica (87.5%) en sólo la mezcla de mesosulfurón + iodossulfurón con fluroxipir y el testigo regional; los tratamientos de mesosulfurón + iodossulfurón con fluroxipir + halauxifen, tritosulfurón + dicamba y thifensulfurón + metsulfurón, registraron sólo un control medio (82.5 a 86.5%), ésta reducción en el control fue posiblemente debida a la aplicación tardía y la presencia de avena pubescente. En el caso de maleza latifolia (mostaza, chuales y malva), el control se mantuvo suficiente en la práctica (92.5%) con cualquiera de los tratamientos, incluyendo al testigo regional. Lo que indica, que la maleza gramínea sólo se mantuvo controlada de manera suficiente en la práctica con mesosulfurón + iodossulfurón con fluroxipir y el testigo regional; el resto de los tratamientos presentaron solo un control medio para los 45dda; sin embargo, en maleza latifolia, con cualquiera de los tratamientos, se consigue mantener un control suficiente en la práctica hasta los 45 dda. En las evaluaciones efectuadas a los 15 y 30 dda, no se registraron efectos fitotóxicos en ninguno de los tratamientos con mesosulfurón + iodossulfurón en mezcla con los latifolicidas, en comparación con el testigo regional; lo que demuestra, que ninguno de los tratamientos ocasiona síntomas que pudieran influir negativamente en el rendimiento del cultivo.

El Cuadro 2, presenta los rendimientos de grano de trigo como resultado de la efectividad biológica de las mezclas de mesosulfurón + iodosulfurón con los herbicidas latifolicidas; donde para el caso de fluroxipir + halauxifen, se registró un rendimiento de 6,430 Kha⁻¹, para fluroxipir de 6,703.2 Kha⁻¹, para tritosulfurón + dicamba de 6,875 Kha⁻¹ y para thifensulfurón + metsulfurón de 7,781.3 Kha⁻¹; es decir 100.6, 104.9, 107.6 y 121.7 por ciento con respecto al testigo regional (pinoxaden + fluroxipir + halauxifen) que rindió 6,391.7 Kha⁻¹, aunque el testigo sin aplicación sólo registró 1,195.3 Kha⁻¹, implicando 81.3 por ciento de reducción con respecto al testigo regional.

Lo anterior indica que aunque las diferencias no fueron significativas entre tratamientos herbicidas, el más alto rendimiento corresponde a mesosulfurón + iodosulfurón con thifensulfurón + metsulfurón, seguido de mesosulfurón + iodosulfurón con tritosulfurón + dicamba, de mesosulfurón + iodosulfurón con fluroxipir, de mesosulfurón + iodosulfurón con fluroxipir + halauxifen, del testigo regional (pinoxaden + fluroxipir + halauxifen) y finalmente testigo sin aplicación que se fue afectado de manera muy significativa.

Cuadro 2. Rendimiento de trigo como resultado de mezclas de mesosulfurón + iodosulfurón con latifolicidas postemergentes al cultivo para el control de maleza en el sur de sonora. Ciclo otoño-invierno 2017-18

Nº de tratamiento	Rendimiento k/ha	Respecto al testigo (%)
1 Mesosulfurón + iodosulfurón + fluroxipir + halauxifen (0.5 + 0.5 Lha ⁻¹)	6,430.0 a	100.6
2 Iodosulfurón + mesosulfurón + fluroxipir (0.5 + 0.5 Lha ⁻¹)	6,703.2 a	104.9
3 Iodosulfurón + mesosulfurón + tritosulfurón + dicamba (0.5L+200Gha ⁻¹)	6,875.0 a	107.6
4 Iodosulfurón + mesosulfurón + thifensulfurón + metsulfurón (0.5L+30Gha ⁻¹)	7,781.3 a	121.7
5 Testigo regional*	6,391.7 a	--
6 Testigo sin aplicación	1,195.3 b	18.7
Tukey's P<0.05=	439.0	--

*Pinoxaden + fluroxipir + halauxifen (1.0 + 0.5 Lha⁻¹).

4. Conclusiones

Considerando las condiciones particulares bajo las cuales se llevó a cabo el presente ensayo, se pueden deducir las siguientes Conclusiones: Los controles de gramíneas con mesosulfurón + iodosulfurón en mezcla con los latifolicidas y el testigo regional, fueron suficientes en la práctica 15 y 30 dda; sin embargo, sólo se mantuvo de esta manera con mesosulfurón + iodosulfurón + fluroxipir y el testigo regional hasta los 45 dda, donde el resto de los tratamientos presentaron solo un control medio. La maleza latifolia, fue controlada suficientemente en la práctica con

mesosulfurón + iodosulfurón en mezcla con los diferentes latifolicidas evaluados desde 15 hasta 45 dda, incluyéndose el testigo regional. Tanto 15 como 30 dda, ninguna de las mezclas de mesosulfurón + iodosulfurón con los latifolicidas evaluados, ni con el testigo regional; se registraron efectos aparentes de fitotoxicidad en el cultivo, que pudiera reflejarse en su rendimiento. El más alto rendimiento corresponde a mesosulfurón + iodosulfurón con thifensulfurón + metsulfurón, seguido de mesosulfurón + iodosulfurón con tritosulfurón + dicamba, de mesosulfurón + iodosulfurón con fluroxipir, de mesosulfurón + iodosulfurón con fluroxipir + halauxifen, del testigo regional y del testigo sin aplicación, siendo éste último el único con diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

Referencias

1. Anónimo, 2017. Mercado de los químicos para la protección de cultivos (pesticidas). <http://agriculturers.com/mercado-de-los-quimicos-para-proteccion-de-cultivos/>
2. McDougall. P. 2008. Crop protection and biotechnology consultants. www.phillipsmcdougall.com
3. Rosales R., E. y V. A. Esqueda E. 2010. Clasificación y uso de herbicidas por su modo de acción. Memoria Curso Precongreso XXXI Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza. México. pp. 29-48.
4. Tamayo-Esquer L. M. 2001. Manejo integrado de maleza en trigo para el noroeste de México. Folleto técnico no. 42. . CEVY-CIRNO-INIFAP, México.
5. Tamayo-Esquer, L. M. y L. M. Tamayo-Peñuñuri 2015. Evaluación del tratamiento a la semilla, mezclas de herbicidas y fungicidas en el cultivo de trigo en el valle del Yaqui, Sonora, México. Otoño-Invierno 2014-15. Memoria del XVIII congreso internacional de ciencias agrícolas. UABC-ICA Mexicali, B. C. México.

Evaluación De Mezclas Del Herbicida Pinoxaden (Axial XL) Con Latifolicidas En Trigo En El Sur De Sonora, México

Encinas Cambustón José Pablo¹, Tamayo-Esquer Luis Miguel², Vásquez Armendáriz José Inés³, Tamayo-Peñuñuri Luis Miguel⁴, Campos Gutiérrez Jesús Francisco⁵, Araujo Zavala Alán Eduardo⁶

¹Instituto Tecnológico de Sonora. jpec_13@hotmail.com

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

³Syngenta Agro México

⁴Dow Dupont México

⁵BASF Mexicana

⁶FMC México

Resumen

La problemática actual, requiere del control cultural y control químico, para un manejo eficaz de maleza con herbicidas eficaces y selectivos; los objetivos del ensayo consideran evaluar mezclas de pyroxsulam con formulaciones de latifolicidas para el complejo de maleza en trigo, su fitotoxicidad y rendimiento del cultivo. El estudio se realizó en el valle del Yaqui, Sonora, México, aplicándose en postemergencia 0.5 l de m. c./ha de Pinoxaden (Axial XL), en mezcla con los latifolicidas: fluoroxipir+halauxifen 0.5 Lha⁻¹ (Pixxaro), fluoroxipir 0.5 Lha⁻¹ (Starane Ultra), tritosulfurón+dicamba 200 Gha⁻¹ (Condraz) y thifensulfurón+metsulfurón 30 Gha⁻¹ (Situi XP), comparados con el testigo comercial y uno sin aplicación. Se evaluó el control 15, 30, y 45 dda, así como su rendimiento; con análisis de varianza y comparación de medias (Tukey's P<0.05). Los resultados muestran que de 15 a 30 dda se controlan suficientemente avena silvestre y alpistillo; aunque solo con pinoxaden + tritosulfurón + dicamba y el testigo regional se consiguió este control hasta los 45 dda, escapando solo avena pubescente. La maleza latifolia se controló suficientemente en la práctica con cualquiera de las mezclas desde 15 hasta 45 dda. No se registró fitotoxicidad en trigo, que pudiera reflejarse en su rendimiento en ninguna de las mezclas, ni en el testigo regional. Los mayores rendimientos son de pinoxaden con fluroxipir+halauxifen (6,390.7 k/ha), seguidos de thifensulfurón+metsulfurón (6,054.7 k/ha), del testigo regional (6,000 k/ha), de tritosulfurón+dicamba (5,570.4 k/ha), de fluroxipir (4,828.2 k/ha), y del testigo sin aplicación (1,195.3 k/ha), aunque éste último solo manifestó diferencia significativa con el resto de los tratamientos.

Palabras Clave: Maleza, Herbicidas, Postemergencia.

Abstract

The current problem requires cultural chemical control, for effective management of weeds with effective and selective herbicides; the objectives of the trial are to evaluate mixtures of pyroxsulam with broadleaf herbicides for the weed complex in wheat, its phytotoxicity and crop yield. The study was conducted in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico, applying postemergence 0.5l

of c.m./ha of Pinoxaden (Axial XL), mixed with latifolicides: fluroxipir + halauxifen 0.5 Lha⁻¹ (Pixxaro), fluroxipir 0.5 Lha⁻¹ (Starane Ultra), tritosulfuron + dicamba 200 Gha⁻¹ (Condraz) and thifensulfuron + metsulfuron 30 Gha⁻¹ (Situi XP), compared with the commercial control and one without application. The control 15, 30, and 45 daa were evaluated, as well as their performance; with analysis of variance and comparison of means (Tukey's P <0.05). The results show that from 15 to 30 daa, wild oats and canary grass are controlled enough; although only with pinoxaden+tritosulfuron+dicamba and the regional control this control was achieved until 45 days, only pubescent oats escaping. The broadleaf weeds was sufficiently controlled in practice with any of the mixtures from 15 to 45 daa. No phytotoxicity was registered in wheat, which could be reflected in its yield in any of the mixtures, nor in the regional control. The highest yields are pinoxaden with fluroxipir+halauxifen (6,390.7 k/ha), followed by thifensulfuron+metsulfuron (6,054.7 Kha⁻¹), the regional control (6,000 Kha⁻¹), tritosulfuron + dicamba (5,570.4 Kha⁻¹), of fluroxipir (4,828.2 Kha⁻¹), and of the control without application (1,195.3 Kha⁻¹), although the latter only showed significant difference with the rest of the treatments.

Key words: Weed, Herbicides, Postemergence.

1. Introducción

El control químico es imperativo en el control de maleza, al grado que del mercado mundial de plaguicidas durante 2008 (más de 40 millones de dólares de venta), el 48 por ciento fueron herbicidas (McDougall, 2008); en cereales en México no es la excepción, ya que el 71 por ciento del mercado son herbicidas (Rosales y Esqueda, 2010) y se calcula una tasa de crecimiento anual de un 5.79 por ciento entre 2017-22 en el mercado global de plaguicidas, donde los herbicidas crecerán más rápido (5.88%) (Anónimo, 2017). La problemática de maleza en el sur de Sonora se ha incrementado constantemente y representa uno de los principales organismos dañinos que afectan la producción de grano de trigo y su calidad en la región; asimismo, el incremento de las temperaturas registrado en los últimos ciclos, contribuyen a la baja eficacia y selectividad de algunos herbicidas, por condiciones de estrés del cultivo y maleza (Tamayo-Esquer y Tamayo-Peñuñuri, 2015). En esta región, las infestaciones del complejo de especies como Avena silvestre, malva, chuales, entre otras, ocupando más del 60 por ciento del área agrícola; debido a que cuentan con un período óptimo de control muy estrecho, siendo difícilmente controladas en aplicaciones tardías, reduciendo el rendimiento de trigo entre otros (Tamayo, 2001).

El herbicida pinoxaden (Axial XL), pertenece al grupo químico fenilpirazol; cuyo modo de acción induce la inhibición de la enzima Acetil Coenzima-A, absorbiéndose a través de las hojas y traslocándose rápidamente hacia las zonas de crecimiento, donde inhibe el desarrollo de la maleza de manera selectiva en trigo y cebada. Fluroxipir con halauxifen (Pixxaro) es una mezcla de dos auxinas sintéticas del grupo piridinas y del ácido picolínico respectivamente, que poseen actividad sistémica para maleza anual de hoja ancha y algunas perennes en trigo. En la formulación de tritosulfurón con dicamba (Condraz), el primero inhibe la enzima acetolactato sintetasa y el segundo afecta el nivel de auxinas, ampliando el espectro de control de maleza de hoja ancha en maíz y trigo. La formulación de las sulfonilureas thifensulfurón con metsulfurón

(Situi XP), son sistémicas y efectivas en el control de maleza anual de hoja ancha y correhuela perenne en la postemergencia selectiva de trigo. La problemática actual, requiere de tecnología que asocie prácticas culturales y el control químico, para un manejo eficaz del complejo de maleza; por lo que existe la necesidad de herbicidas eficaces y selectivos al cultivo; lo que coincide con los objetivos del presente ensayo, que considera evaluar la eficacia de mezclas de pyroxsulam con formulaciones de herbicidas latifolicidas para el control del complejo de maleza en trigo, sin problemas de fitotoxicidad al cultivo y que aseguren su potencial de rendimiento.

2. Materiales y métodos

Este estudio se realizó en el valle del Yaqui, Sonora, México, evaluándose los tratamientos siguientes: T1= 1.0 L de m. c./ha de pinoxaden (Axial XL)+ fluoroxipir+halauxifen 0.5 L/ha (Pixxaro), T2= 1.0 L de m. c./ha de pinoxaden (Axial XL)+ fluoroxipir 0.5 L/ha (Starane Ultra), T3= 1.0 l de m. c./ha de pinoxaden (Axial XL)+ tritosulfurón+dicamba 200 g/ha (Condraz), T4= 1.0 L de m. c./ha de pinoxaden (Axial XL)+ thifensulfurón+metsulfurón 30 g/ha (Situi XP), comparados con un testigo comercial de mesosulfurón+iodosulfurón+ fluroxipir 1.0 + 0.5 L/ha (Sigma Forte+Sarane Ultra), así como con un testigo sin aplicación, en un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. Los tratamientos se aplicaron en postemergencia tardía, sobre el complejo de maleza anuales de hoja angosta y ancha asociada con trigo (variedad CIRNO C2008). La unidad experimental fue de ocho surcos a 0.80 m de separación por 50 m de largo; considerándose cuatro repeticiones. Se usó una aspersora terrestre comercial, con boquillas Tee-Jet 8002; utilizándose un volumen de agua de 200 l/ha. Se determinó el porcentaje de control visual y la selectividad a los 15, 30, y 45 días después de la aplicación (dda). Se realizó un análisis de varianza y una prueba de separación de medias (Tukey's $P < 0.05$) para establecer las diferencias significativas entre los tratamientos.

3. Resultados y discusión

El control de maleza de los tratamientos a los 15 dda se presentan en el Cuadro 1, donde se aprecia que para avena silvestre y alpiñillo (*Avena fatua* L. y *Phalaris* spp.), se registró 87.8 y 91.5 por ciento de control para los tratamientos 1, 2 y 4; asimismo para el caso del testigo regional con 92.5 por ciento (T5), lo que indica un efecto sobre la maleza considerado como un control suficiente en la práctica según la escala de la EWRS. Sólo el tratamiento 3 se registró en esta fecha de observación con un 86.5 por ciento, considerado como un control medio. En maleza de hoja ancha (mostaza negra *Brassica nigra* L., chuales *Chenopodium* spp y malva *Malva parviflora* L.) el control varió entre 91.5 y 92.5 por ciento para la mayoría de los tratamientos incluyendo el testigo regional, considerado como suficiente en la práctica. Lo anterior indica, que desde 15 dda se controla cuando menos de manera suficiente en la práctica el complejo gramínea y latifolia con los tratamientos evaluados; excepto para gramíneas que sólo con el tratamiento 3 y el testigo regional (T5) fueron suficientemente controlados hasta 45 dda. A los 30 dda, los resultados

muestran para maleza gramínea entre 87.5 y 91.5 por ciento de control con cualquiera de los tratamientos (T1-4), incluyendo al testigo regional (T5); asimismo en el caso de maleza latifolia (91.5 a 92.5%), lo que corresponde a un efecto sobre la maleza considerado como suficiente en la práctica. Lo que demuestra, que con cualquiera de los tratamientos evaluados (T1-4), son controlados ambos grupos de especies suficientemente en la práctica 30 dda, incluyendo al testigo regional (Cuadro 1).

Cuadro 1. Control de maleza como resultado de mezclas de pinoxaden con latifolicidas en la postemergencia de trigo en el sur de Sonora, México. Ciclo Otoño-Invierno 2017-18

N° de tratamiento	% control de avena y alpistillo			% control de mostaza, chuales y malva		
	15	30	45	15	30	45dda
1 Pinoxaden + fluroxipir + halauxifen (0.5+0.5 Lha ⁻¹)	91.5 a	91.5 a	87.5 a	91.5 a	91.5 a	92.5 a
2 Pinoxaden + fluroxipir (0.5 + 0.5 Lha ⁻¹)	89.0 a	90.0 a	77.5 b	91.5 a	91.5 a	92.5 a
3 Pinoxaden + tritosulfurón + dicamba (0.5L+200Gha ⁻¹)	86.5 a	89.0 a	77.5 b	92.5 a	92.5 a	92.5 a
4 Pinoxaden + thifensulfurón + metsulfurón (0.5L+30Gha ⁻¹)	87.8 a	87.5 a	77.5 b	92.5 a	92.5 a	92.5 a
5 Testigo Regional*	92.5 a	91.5 a	87.5 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
6 Testigo sin aplicación	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b	0.0 b	0.0 b
Tukey´s P<0.05=	2.266	1.523	1.318	1.359	1.359	1.318

*Pyroxsulam + thifensulfurón + metsulfurón (0.5 l + 30 g/ha).

Cuadro 2. Rendimiento de trigo como resultado de mezclas de pinoxaden con latifolicidas aplicadas en la postemergencia del cultivo para el control de maleza en el sur de Sonora, México. Ciclo Otoño-Invierno 2017-18

N° de tratamiento	Rendimiento k/ha	Respecto al testigo (%)
1 Pinoxaden + fluroxipir + halauxifen (0.5+0.5 Lha ⁻¹)	6,390.7 a	106.5
2 Pinoxaden + fluroxipir (0.5 + 0.5 Lha ⁻¹)	4,828.2 a	80.5
3 Pinoxaden + tritosulfurón + dicamba (0.5L+200Gha ⁻¹)	5,570.4 a	92.8
4 Pinoxaden + thifensulfurón + metsulfurón (0.5L+30Gha ⁻¹)	6,054.7 a	100.9
5 Testigo Regional*	6,000.0 a	--
6 Testigo sin aplicación	1,195.3 b	19.9
Tukey´s P<0.05=	357.2	--

*Pyroxsulam + thifensulfurón + metsulfurón (0.5 l + 30 g/ha).

Para los 45 dda (Cuadro 1), sólo el tratamiento 1 y el testigo regional (T5) se registraron con un 87.5 por ciento de control del complejo de maleza gramínea considerado como suficiente en la práctica; el resto de los tratamientos (T2, T3 y T4) solo controlaron en un 77.5 por ciento a la maleza gramínea en esta fecha de observación, que corresponde a sólo un control regular; ésta disminución en el control, puede ser debido a la presencia de avena pubescente que se apreció sobresaliendo por encima del cultivo en esta fecha de observación.

En el complejo de maleza latifolias (mostaza, chuales y malva), el control fue suficiente en la práctica (92.5%) con cualquiera de los tratamientos evaluados (T1 a 4), incluyendo al testigo regional T5).

Lo anterior indica, que para maleza gramínea con cualquiera de los tratamientos, se consigue mantener un control suficiente en la práctica hasta los 30 dda y solo el tratamiento 1 y el testigo regional (T5) mantuvieron este nivel de control hasta los 45dda; en el caso de maleza latifolia, con cualquiera de los tratamientos se controla suficientemente en la práctica hasta los 45 dda. En cuanto a fitotoxicidad sobre trigo, tanto 15 como 30 dda, no se registraron efectos aparentes en ninguno de los tratamientos evaluados (T1 a T5), ni en el testigo regional (T5); lo que indica, que ninguno ocasiona síntomas en el cultivo, que pudieran reflejarse en el rendimiento del cultivo.

El Cuadro 2, presenta los rendimientos de grano de trigo como resultado de la efectividad biológica de las mezclas de pinoxaden con los herbicidas latifolicidas; donde para el caso del T1, se registró un rendimiento de 6,390.7 Kha⁻¹, para el T2 de 4,828.2 Kha⁻¹, para el T3 de 5,570.4 Kha⁻¹ y para el T4 de 6,054.7 Kha⁻¹; es decir 106.5, 80.5, 92.8 y 100.9 por ciento con respecto al testigo regional (T4) que rindió 6,000 Kha⁻¹, aunque el testigo sin aplicación (T6) sólo rindió 1,195.3 Kha⁻¹, que implica 82.2 por ciento de reducción con respecto al testigo regional.

Estos resultados, indican que aunque las diferencias no fueron significativas entre tratamientos con herbicidas, el más alto rendimiento corresponde al T1 y del T4, seguido del testigo regional (T5), del T3, del T2, y del testigo sin aplicación (T6), aunque solo éste último manifestó diferencias significativa con el resto de los tratamientos.

4. Conclusiones

Considerando las condiciones particulares bajo las cuales se llevó a cabo el presente ensayo, se pueden deducir las siguientes Conclusiones: De 15 a 30 dda se controlan suficientemente las poblaciones de avena silvestre y alpistillo; pero solo el T1 (pinoxaden + tritosulfurón + dicamba) y el testigo regional (T5) controlaron suficientemente hasta 45 dda, escapando solo avena pubescente. Para el caso de maleza latifolia (mostaza negra, chuales y malva), con cualquiera de los tratamientos herbicidas (T1 a T5) se controlaron suficientemente en la práctica desde los 15 hasta los 45 dda. Tanto 15 como 30 dda, ninguno de los tratamientos evaluados (T1 a T4), ni con el testigo regional (T5); se registraron efectos de fitotoxicidad en el trigo, que pudiera reflejarse en su rendimiento. Los más altos rendimientos corresponde al T5 (pinoxaden con fluroxipir + halauxifen) con 6,390.7 k/ha, seguidos de thifensulfurón + metsulfurón (6,054.7 k/ha), del

testigo regional (6,000 k/ha), de tritosulfurón + dicamba (5,570.4 k/ha), de fluroxipir (4,828.2 k/ha), y del testigo sin aplicación (1,195.3 k/ha).

Referencias

1. Anónimo, 2017. Mercado de los químicos para la protección de cultivos (pesticidas). <http://agriculturers.com/mercado-de-los-quimicos-para-proteccion-de-cultivos/>
2. McDougall. P. 2008. Crop protection and biotechnology consultants. www.phillipsmcdougall.com
3. Rosales R., E. y V. A. Esqueda E. 2010. Clasificación y uso de herbicidas por su modo de acción. Memoria Curso Precongreso XXXI Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza. México. pp. 29-48.
4. Tamayo-Esquer L. M. 2001. Manejo integrado de maleza en trigo para el noroeste de México. Folleto técnico no. 42. . CEVY-CIRNO-INIFAP, México.
5. Tamayo-Esquer, L. M. y L. M. Tamayo-Peñañuri 2015. Evaluación del tratamiento a la semilla, mezclas de herbicidas y fungicidas en el cultivo de trigo en el valle del Yaqui, Sonora, México. Otoño-Invierno 2014-15. Memoria del XVIII congreso internacional de ciencias agrícolas. UABC-ICA Mexicali, B. C. México.

Distribución Espacial De Palomillas Del Gusano Barrenador De La Nuez *Acrobasis Nuxvorella* Neuzing (Lepidóptera: Pyralidae) En Trampas Con Feromona En Nogal Pecanero

Grageda Grageda José¹, Fu Castillo Agustín A.¹, Jiménez Lagunes Alejandro², Montaña Jesús Manuel³, Valenzuela Mendivil Fernando³, Del Real Valdez Aldo A.³

¹Investigador INIFAP. josegrageda@yahoo.com

²Técnico del CESAVESON

³Asistente de Investigador INIFAP-CECH. Pascual Encinas Félix No. 72. Col. La Manga. 83220. Hermosillo, Sonora, México

Resumen

La distribución espacial de las poblaciones de organismos es una de las características ecológicas más importantes e indispensables para que sea muestreada eficientemente una población de plagas, ya que, afecta la estimación de la media poblacional y determina parámetros específicos que permiten la separación de las especies, pues dicha distribución representa expresiones poblacionales del comportamiento de los individuos que la conforman. El objetivo principal de este estudio fue evaluar dos modelos de distribución espacial de los machos de las palomillas del gusano barrenador de la nuez, que sirva de apoyo para validar la correcta distribución actual de las trampas de la campaña fitosanitaria. Se empleó información de capturas de adultos del gusano barrenador de la nuez (GBN), proveniente de un estudio que se realizó en la huerta San José, en la Costa de Hermosillo durante el año 2010 en una superficie de 19 ha, en la cual se utilizó un sistema de trapeo masivo de adultos, formado por la feromona sintética específica de atracción sexual, la cual se reemplazaba cada 30 días, así como una trampa pegajosa tipo Delta, donde se atrapaban los machos de GBN. Un total de 14 trampas/ha fue utilizado, y para todo el lote se usaron 266 trampas, durante el período del 20 de abril al 6 de agosto. Para el análisis estadístico de las capturas de adultos de GBN se usaron dos métodos, el de la relación de la varianza con la media y el índice de Morisita. Los resultados que se presentan corresponden a siete de los muestreos realizados, por ser los más representativos en relación con la distribución espacial de la plaga en la huerta de nogal. Los resultados de ambos métodos indican que la distribución de las capturas del gusano barrenador de la nuez es del tipo agregado.

Palabras Clave: densidad, plagas, monitoreo.

Abstract

The spatial distribution of the populations of organisms is one of the most important and essential ecological characteristics for a pest population to be efficiently sampled, since it affects the estimation of the population mean and determines specific parameters that allow the separation of the species, because this distribution represents population expressions of the behavior of the individuals that comprise it. The main objective of this study was to evaluate two

models of spatial distribution of the males of pecan nut casebearer, which will serve as a support to validate the current correct distribution of the phytosanitary campaign traps. Information on adult catches of pecan nut casebearer was used, (PNC) from a study that was carried out in the San José Orchard, during the year 2010 in a surface of 19 ha, in which a massive adult trapping system was used, formed by the specific synthetic pheromone of sexual attraction, which was replaced every 30 days, as well as a sticky trap Delta type, where the PNC males were trapped. A total of 14 traps / ha was used, and 266 traps were used for the entire lot, during the period from April 20 to August 6. For the statistical analysis of the captures of adults of PNC, two methods were used, that of the relation of the variance with the mean and the Morisita index. The results showed in this report only, correspond to seven samplings of those made, as they are the most representative in relation to the spatial distribution of the pest in the pecan orchard in study. The results of both methods indicate that the distribution of the catches of the nut borer is of an aggregate type.

Key words: density, pests, monitoring.

1. Introducción

El nogal pecanero es uno de los frutales caducifolios más importantes del norte de México y Texas, el cual tiene la mayor superficie que cualquier otra región del mundo (Harris, Fu, Núñez y Nava, 2004). Dentro de los insectos plaga que representan una limitante en su producción están el gusano barrenador de la nuez *Acrobasis nuxvorella* (GBN) y el complejo de pulgones. El gusano barrenador de la nuez, es la plaga principal del nogal pecanero a nivel mundial, y es considerada como la plaga clave del nogal, la cual es capaz de causar daños entre un 40 y 85% en la producción de nuez (Nava, 1995). La primera generación de GBN es la más importante, ya que una larva puede destruir varias nueces, e incluso todo el racimo durante el periodo de mayo a junio. Por tal motivo, en el manejo de GBN es de vital importancia, la detección oportuna y la densidad poblacional del insecto, con la finalidad de encontrar un tratamiento químico justificado y en el momento oportuno (Tarango, Aguilar y Quiñones, 2003).

La distribución espacial de las poblaciones es una de las características ecológicas más importantes e indispensables para que sea muestreada eficientemente una población de plagas (Ruesink y Kogan, 1982), ya que afecta la estimación de la media poblacional (Southwood, 1978) y determina parámetros específicos que permiten la separación de las especies, pues dicha distribución representa expresiones poblacionales del comportamiento de los individuos que la conforman (Taylor, 1984). El objetivo principal de este estudio fue evaluar dos modelos de distribución espacial de los machos de las palomillas del gusano barrenador de la nuez.

2. Materiales y métodos

Se empleó información de capturas de adultos de gusano barrenador de la nuez, proveniente de un estudio que se realizó en la huerta San José ubicada en el kilómetro 76.5 de la carretera Hermosillo-Bahía de Kino de la Costa de Hermosillo, durante el año 2010 en una superficie de 19 ha, en la cual se utilizó un sistema de trapeo masivo formado por la feromona sintética

específica de atracción sexual, la cual se remplazaba cada 30 días, así como una trampa pegajosa tipo Delta, donde se atrapaban los machos de GBN. Un total de 14 trampas/ha fue utilizado, y para todo el lote se usaron 266 trampas, durante el período del 20 de abril y 6 de agosto.

Se han desarrollado diferentes clases de índices con el fin de estimar el tipo de distribución espacial de plagas. De esta manera Southwood (1978) propone utilizar la relación entre la varianza y la media (s^2/μ), que es similar a la distribución de Poisson que establece que si los valores de la relación, se aproximan a 1 se puede decir que la distribución es completamente aleatoria, si los valores son igual o cercanos a 0 es una distribución espacial uniforme y por último, valores mayores a 1 indican una distribución agregada (Southwood citado por Clavijo, 1978; Vivas, 1997).

Morisita (1962) tratando de evitar el efecto del tamaño de las muestras en la estimación del nivel de agregación de las poblaciones, menciona un índice de agregación que asume para ser válido, el que la población esté constituida por grupos de individuos espacialmente diferenciados y que dentro de cada uno de estos grupos la ubicación es al azar. El índice de Morisita se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$I_s = \frac{\sum ni(ni - 1)}{n(n - 1)}N$$

Donde:

I_s = Índice de agregación; n_i = Número de individuos en cada una de las muestras; n = Total de individuos en el total de muestras; N = Número de muestras. Si el índice de agregación es igual a 1, la distribución es al azar, si es mayor que 1, agregada, y si es menor que 1 será uniforme. La significación estadística de la desviación del índice con respecto a la unidad puede ser probada mediante una prueba de F, en la cual

$$F_c = \frac{I_s(n - 1) + N - n}{N - 1}$$

3. Resultados y discusión

Los resultados corresponden a siete de los muestreos realizados, por ser los más representativos en relación con la distribución espacial de la plaga en la huerta de nogal en estudio. En la Figura 1, se observa la distribución de capturas de GBN para la fecha del 28 de abril, inicio de emergencia de la plaga; donde se aprecia que únicamente 1 trampa registró capturas superiores a las 51 palomillas (color rojo) con promedio de 75 palomillas. La mayor frecuencia de capturas se encontró en el rango entre 1 a 10 palomillas, con un total de 187 trampas. Los rangos de capturas de GBN indican que el patrón de distribución de palomillas de la generación hibernante no es homogéneo en la huerta (Valenzuela *et al.*, 2010). De acuerdo con el análisis del primer método (relación de la varianza con la media o Distribución de Poisson), el 90% de las trampas evaluadas registraron índices superiores a 1, por lo que se señala que se trata de una distribución agregada. Diecisiete trampas (6%) presentaron relaciones por abajo y

cercanas a 1 por lo que señala que son del tipo aleatorio, mientras que el resto (4%) son del tipo uniforme.

El análisis estadístico del índice de Morisita, mediante la prueba de F , mostró una F calculada de 1,970 que al compararse con la F de Cuadros, cuyo valor fue de 1.2, arroja una alta significación estadística, por lo que con este método se confirma que la distribución es agregada. La distribución espacial será agregada en aquellos casos que la presencia de un individuo genera una mayor probabilidad de encontrar en la cercanía otro de la misma población. Por lo tanto, la media de las muestras tiende a ser menor a la varianza de las mismas.

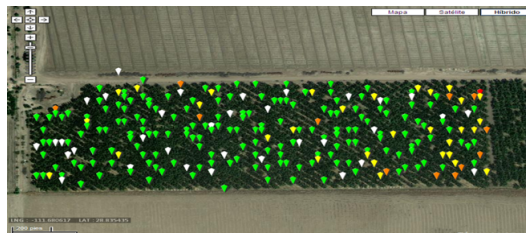


Figura 1. Distribución poblacional de la plaga en nogal en muestreo realizado el día 28 de abril

4. Conclusiones

La distribución de la población de las palomillas machos del gusano barrenador de la nuez es de tipo agregado.

Esta información, servirá de base para ajustar la instalación del sistema de trampeo, en las áreas de mayor captura, y no considerar sitios donde exista muy poca captura o mucha desviación.

Referencias

1. Clavijo, S.A. 1978. Distribución espacial del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith) Lepidoptera: Noctuidae). Rev. Fac. Agron. (Maracay, Venezuela). Alcance 26: 93-99.
2. Harris, M., A.A. Fu C., H Núñez M. y U. Nava C. 2004. National Security Enhancement through Pecan IPM Research and Program Development in México and Texas. Proyecto TAMU-Conacyt. <http://conacyt.tamu.edu/FuProposals.htm>.
3. Morisita, M. 1962. Ig-Index, a measure of dispersion of individuals. Res. Popul. Ecol. 5: 1-7.
4. Nava, C. U. 1995. Manejo Integrado de Plagas. En: Torres E., C. Y Reyes J., I. (eds.). El Nogal Pecanero. CELAYA-INIFAP. Mat., Coah. pp. 115-130.
5. Ruesink, W. G and M. Kogan. 1982. The quantitative basis of pest management: sampling and measuring. Introduction to pest management. John Wiley and Sons. New York, USA. p. 315-352.
6. Southwood, T. R. E. 1978. Ecological methods. Second ed. Chapman and Hall Co. London, UK. 524. pp.
7. Tarango, S.H.R., Aguilar P. y F.J. Quiñonez P. 2003. Biología y Control de los Barrenadores del Ruezno y de la Nuez. INIFAP. Folleto Técnico N° 12. pp. 26.
8. Taylor, L.R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. Ann. Rev. Entomol. 29: 321-357.
9. Valenzuela, M.F., A.A. Fu C., A.A. del Real V., J.M. Montaña, A.A. Fontes P., A. Jiménez L., y J. Grageda G. 2010. Distribución espacial y temporal de palomillas machos de gusano barrenador de la nuez *Acrobasis nuxvorella* Neuzing (Lepidoptera: Pyralidae) en trampas con feromona en nogal. Memoria del Simposio de Nogal 2010. INIFAP-CECH. Hermosillo, Sonora.

10. Vivas, L.E. 1997. Distribución poblacional de la sogata del arroz *Tagosodes orizicolus* (Homóptera: Delphacidae). Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 147 p.

Evaluación Del Herbicida Pyroxsulam (Across) En Mezclas Con Latifolicidas Para Trigo En El Sur De Sonora, México

León Martínez Jesús Roberto¹, Tamayo Esquer Luis Miguel², Tamayo Peñuñuri Luis Miguel³, Campos Gutierrez Jesús Francisco⁴, Araujo Zavala Alán Eduardo⁵

¹Instituto Tecnológico de Sonora. león_88_nba@hotmail.com

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

³Dow Dupont México

⁴BASF Mexicana

⁵FMC México

Resumen

Se requiere integrar prácticas culturales y control químico, para un manejo eficiente del complejo de maleza en trigo; mediante herbicidas eficientes y selectivos al cultivo; por lo que se contempla evaluar la eficacia de mezclas del herbicida pyroxsulam con formulaciones de latifolicidas para el control de maleza en trigo; además, de evaluar la fitotoxicidad sobre el cultivo y su rendimiento. El estudio se realizó en el valle del Yaqui, Sonora, México, aplicándose en postemergencia tratamientos con 0.5 l de m. c./ha de Pyroxsulam (Across), en mezcla con cuatro latifolicidas comerciales de la región (fluoroxipir + halauxifen 0.5 l/ha (Pixxaro), fluoroxipir 0.5 l/ha (Starane Ultra), tritosulfurón + dicamba 200 g/ha (Condraz) y thifensulfurón + metsulfurón 30 g/ha (Situi XP), comparados con un testigo comercial a base de mesosulfurón + iodosulfurón + fluroxipir 1.0 + 0.5 l/ha (Sigma Forte + Starane Ultra) y con un testigo sin aplicación. Se evaluó el control 15, 30, y 45 dda; así como su rendimiento, realizándose análisis de varianza y comparación de medias (Tukey's $P < 0.05$). Los controles de avena silvestre, alpistillo, mostaza negra, chuales y malva con pyroxsulam en mezcla con los diferentes latifolicidas evaluados, fueron suficientes en la práctica desde los 15 hasta los 45 dda, incluyendo al testigo regional. Tanto 15 como 30 dda, ninguna de las mezclas de pyroxsulam con los latifolicidas evaluados, ni con el testigo regional; se registraron efectos aparentes de fitotoxicidad en el cultivo, que pudiera reflejarse en su rendimiento. Aunque las diferencias entre los tratamientos herbicidas no fueron significativos, el más alto rendimiento corresponde a pyroxsulam + tritosulfurón + dicamba (6,898.5 k/ha), seguido del testigo regional (mesosulfurón + iodosulfurón + fluroxipir), de pyroxsulam + fluroxipir + halauxifen (6,545.5 k/ha), de thifensulfurón + metsulfurón (6,000 k/ha) y del testigo sin aplicación (1,195.5 k/ha).

Palabras Clave: Maleza, Herbicidas, Postemergencia.

Abstract

It is required to integrate cultural practices and chemical control, for efficient management of the weed complex in wheat; by efficient and selective herbicides to the crop; therefore, it is considered to evaluate the efficacy of mixtures of the herbicide pyroxsulam with formulations

of latifolicides for the control of weeds in wheat; also, to evaluate the phytotoxicity on the crop and its yield. The study was conducted in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico, applying postemergence treatments with 0.5 l of c.m./ha of Pyroxsulam (Across), mixed with four commercial herbicides for broadleaves of the region (fluoroxipir + halauxifen 0.5 l/ha (Pixxaro), fluoroxipir 0.5 l/ha (Starane Ultra), tritosulfuron + dicamba 200g/ ha (Condraz)) and thifensulfuron + metsulfuron 30 g/ha (Situi XP), compared with a commercial control based on mesosulfuron + iodosulfuron + fluoroxyipir 1.0 + 0.5 l/ha (Sigma Forte + Starane Ultra) and a control without application. 15, 30, and 45 daa, performing an analysis of variance and comparison of means (Tukey's $P < 0.05$). The controls of wild oats, canary grass, black mustard, common lambsquarters and malva with pyroxsulam in mixture with the different herbicides for broadleaves evaluated, were sufficient in practice from 15 to 45 daa, including the regional control, both 15 and 30 daa, none of treatments evaluated there were apparent effects of phytotoxicity in the crop, which could be reflected in its performance. Although the differences between the herbicide treatments were not significant, the highest yield corresponds to pyroxsulam + tritosulfuron + dicamba (6,898.5 k/ha), followed by the regional control (mesosulfurón + iodosulfurón + fluoroxipir), pyroxsulam + fluoroxipir + halauxifen (6,545.5 k/ha), pyroxsulam + thifensulfuron + metsulfuron (6,000 k / ha) and the control without application (1,195.5 k/ha).

Key words: Weed, Herbicides, Postemergence.

1. Introducción

En el manejo integrado de maleza, el control químico mantiene el primer lugar en el manejo de maleza, al grado que del mercado mundial de plaguicidas en 2008 (más de 40 millones de dólares de venta), 48 por ciento fueron herbicidas, 25 fungicidas, 23 insecticidas y 3 por ciento otros (McDougall, 2008). En cereales no es la excepción en México, ya que el 71 por ciento del mercado corresponde a herbicidas, el 24 a insecticidas y el 5 por ciento a otros (Rosales y Esqueda, 2010). Se espera que el mercado global de plaguicidas registre una tasa de crecimiento anual de un 5.79 por ciento entre 2017 y 2022 y el segmento de los herbicidas es el que crecerá más rápido, con una tasa de un 5.88 por ciento, seguido por los fungicidas (Anónimo, 2017). El problema de maleza en el sur de Sonora se ha incrementado constantemente y representa uno de los principales factores que impactan negativamente la producción de grano y su calidad en trigo en la región; asimismo, el incremento en las temperaturas en los últimos ciclos, han contribuido en la reducción de la eficacia y selectividad de algunos herbicidas, por las condiciones de estrés del cultivo y maleza (Tamayo-Esquer y Tamayo Peñuñuri, 2015).

En el sur de Sonora, las infestaciones del complejo de maleza es un grave problema; además, especies como Avena, malva, chuales, etc. cuyo período óptimo de control es muy estrecho, son difícilmente controladas, ocasionando reducciones significativas en el rendimiento, entre otros (Tamayo, 2001). Pyroxsulam (Across) es una triazolopirimidina sulfonamida sistémica, con actividad herbicida de post-emergencia selectiva en trigo sobre una amplia gama de maleza de hoja ancha y angosta, que inhibe la síntesis de los aminoácidos leucina, isoleucina y valina. Fluoroxipir y halauxifen (Pixxaro) es una mezcla de dos auxinas sintéticas del grupo piridinas y del

ácido picolínico respectivamente, que poseen actividad sistémica para maleza anuales de hoja ancha y algunas perennes en trigo. En la formulación a base tritosulfurón y dicamba (Condraz), el primero inhibe la enzima acetolactata sintetasa y el segundo afecta el nivel de auxinas, ampliando su espectro de control de maleza de hoja ancha en maíz y trigo.

Las sulfonilureas thifensulfurón y metsulfurón (Situi XP), son sistémicas y efectivas en el control de maleza anuales de hoja ancha y correhuela perenne en la postemergencia selectiva de trigo. Por lo que se requiere de tecnología mediante la asociación de prácticas culturales y control químico, para un manejo eficiente del complejo de maleza; requiriéndose de herbicidas eficientes y selectivos al cultivo. Lo que coincide con los objetivos del ensayo: evaluar la eficacia de mezclas del herbicida pyroxsulam con formulaciones de latifolicidas para el control del complejo de maleza en trigo; además, de evaluar la fitotoxicidad sobre el cultivo y su rendimiento.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en el valle del Yaqui, Sonora, México, aplicándose en postemergencia tardía Pyroxsulam (Across), en mezcla con herbicidas latifolicidas, sobre el complejo de maleza asociadas con Trigo; utilizándose la variedad CIRNO C2008, en un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de ocho surcos a 0.80 m de separación por 50 m de largo; considerándose cuatro repeticiones. Se evaluaron cuatro tratamientos con 0.5 l de m. c./ha de pyroxsulam (Across), en mezcla con los siguientes latifolicidas comerciales de la región: fluroxipir + halauxifen 0.5 l/ha (Pixxaro), fluroxipir 0.5 l/ha (Starane Ultra), tritosulfurón + dicamba 200 g/ha (Condraz) y thifensulfurón + metsulfurón 30 g/ha (Situi XP), una dosis del testigo comercial con mesosulfurón + iodosulfurón + fluroxipir 1.0 + 0.5 l/ha (Sigma Forte + Sarane Ultra), comparadas con un testigo sin aplicación. Se usó una aspersora terrestre comercial, con boquillas Tee-Jet 8002; utilizándose un volumen de agua de 200 l/ha. Se determinó el porcentaje de control a los 15, 30, y 45 días después de la aplicación (dda). Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medidas (Tukey's $P < 0.05$) para establecer la eficacia biológica.

3. Resultados y discusión

Los resultados del control del complejo de maleza gramínea 15 dda (Cuadro 1), muestran para avena y alpistillo (*Avena fatua* L. y *Phalaris* spp.), 93 por ciento para el tratamiento a base de pyroxsulam + fluroxipir + halauxifen; indicando un efecto sobre la maleza considerado como buen control según la escala de la EWRS. En el resto de los tratamientos evaluados con pyroxsulam en mezcla con latifolicidas (fluroxipir, tritosulfurón + dicamba y thifensulfurón + metsulfurón) y el testigo regional, se registró en esta fecha de observación un 92.5 por ciento de control, que equivale a un efecto sobre la maleza considerado como suficiente en la práctica. En lo que concierne al complejo de maleza de hoja ancha (mostaza negra *Brassica nigra* L., chuales *Chenopodium* spp y malva *Malva parviflora* L.) el control varió entre 90 y 92.5 por ciento;

considerado como suficiente en la práctica. Lo que indica que desde los 15 dda, se controla cuando menos de manera suficiente en la práctica el complejo de maleza gramínea y latifolia, con los diferentes tratamientos evaluados incluyéndose el testigo regional.

Para los 30 dda, los resultados muestran en el caso de maleza gramínea entre 91.5 y 92.5 por ciento de control; asimismo en el caso de maleza latifolia (92.5%), lo que implica un efecto sobre la maleza suficiente en la práctica. Lo que muestra, que con cualquiera de los tratamientos a base de pyroxsulam en mezcla con los latifolicidas evaluados, son controlados ambos grupos de especies suficientemente en la práctica 30 dda, incluyéndose el testigo regional.

Para los 45 dda (Cuadro 1), las gramíneas se registraron con un 87.5 por ciento de control en todas las mezclas de latifolicidas con pyroxsulam; así como en el caso del testigo regional, que se mantiene en el rango considerado como suficiente en la práctica. Es decir, que se aprecia una disminución en el porcentaje de control, debido principalmente a la presencia de avena pubescente en la infestación, incluyendo al testigo regional; aunque fue suficiente su control en la práctica. En el complejo de maleza latifolia (mostaza, chuales y malva), el control también fue suficiente en la práctica (92.5%) con cualquiera de las mezclas, incluyendo al testigo regional. Lo que indica, que con cualquiera de los tratamientos, se consigue mantener un control suficiente en la práctica del complejo de maleza gramínea y latifolia hasta los 45 dda.

En cuanto a fitotoxicidad sobre trigo, tanto 15 como 30 dda, no se registraron efectos aparentes en ningún tratamiento con pyroxsulam en mezcla con los latifolicidas, ni en el testigo regional; lo que indica, que ninguno ocasiona síntomas en el cultivo, que pudieran reflejarse en el rendimiento del cultivo.

El Cuadro 2, presenta los rendimientos de grano de trigo como resultado de la efectividad biológica de las mezclas de pyroxsulam con los herbicidas latifolicidas; donde para el caso de fluroxipir + halauxifen, se registró un rendimiento de 6,545.5 k/ha, para fluroxipir de 6,164.3 k/ha, para tritosulfurón + dicamba de 6,898.5 k/ha y para thifensulfurón + metsulfurón de 6,000 k/ha; es decir 97.6, 92, 102.9 y 89.5 por ciento con respecto al testigo regional (mesosulfurón + iodosulfurón + fluroxipir) que rindió 6,703.3 k/ha, aunque el testigo sin aplicación si registró diferencias significativas con el resto de los tratamientos rindiendo solo 1,195.3 k/ha, que implica 82.2 por ciento de reducción con respecto al testigo regional. Estos resultados, indican que, aunque las diferencias no fueron significativas entre tratamientos con herbicidas, el más alto rendimiento corresponde a pyroxsulam + tritosulfurón + dicamba, seguido del testigo regional (mesosulfurón + iodosulfurón + fluroxipir), de fluroxipir + halauxifen, de fluroxipir, de thifensulfurón + metsulfurón y finalmente del testigo sin aplicación que registró 17.8 por ciento respecto al testigo regional.

Cuadro 1. Control de maleza como resultado de mezclas de pyroxsulam con latifolicidas postemergentes en trigo en el sur de Sonora, México. Ciclo otoño-invierno 2017-18

Nº de tratamiento	% control de hoja angosta Avena y alpistillo			% control de hoja ancha mostaza, chuales y malva		
	15	30	45	15	30	45dda
1 Pyroxsulam + fluroxipir + halauxifen (0.5 + 0.5 l/ha)	93.0 a	92.5 a	87.5 a	90.0 a	92.5 a	90.0 a
2 Pyroxsulam + fluroxipir (0.5 + 0.5 l/ha)	92.5 a	92.5 a	87.5 a	90.0 a	92.5 a	92.5 a
3 Pyroxsulam + tritosulfurón + dicamba (0.5l + 200g)	92.5 a	91.5 a	87.5 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
4 Pyroxsulam + thifensulfurón + metsulfurón (0.5l + 30g)	92.5 a	91.5 a	87.5 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
5 Testigo Regional*	92.5 a	92.5 a	87.5 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
6 Testigo sin aplicación	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
Tukey's P<0.05=	1.258	1.359	1.318	1.559	1.318	1.443

*Iodosulfurón + mesosulfurón + fluroxipir (1.0 + 0.5 l/ha).

Cuadro 2. Rendimiento de trigo por mezclas de pyroxsulam con latifolicidas postemergentes al cultivo para el control de maleza en el sur de Sonora, México. Ciclo otoño-invierno 2017-18

Nº de tratamiento	Rendimiento k/ha	Respecto al testigo (%)
1 Pyroxsulam + fluroxipir + halauxifen (0.5 + 0.5 l/ha)	6,545.5 a	97.6
2 Pyroxsulam + fluroxipir (0.5 + 0.5 l/ha)	6,164.3 a	92.0
3 Pyroxsulam + tritosulfurón + dicamba (0.5l + 200g)	6,898.5 a	102.9
4 Pyroxsulam + thifensulfurón + metsulfurón (0.5l + 30g)	6,000.0 a	89.5
5 Testigo Regional*	6,703.3 a	--
6 Testigo sin aplicación	1,195.3 b	17.8
Tukey's P<0.05=	364.9	--

*Iodosulfurón + mesosulfurón + fluroxipir (1.0 + 0.5 l/ha).

4. Conclusiones

Considerando las condiciones particulares bajo las cuales se llevó a cabo el presente ensayo, se pueden deducir las siguientes Conclusiones: Los controles de avena silvestre, alpistillo, mostaza negra, chuales y malva con pyroxsulam en mezcla con los diferentes latifolicidas evaluados, fueron suficientes en la práctica desde los 15, 30 y 45 dda, incluyéndose el testigo regional. Tanto 15 como 30 dda, ninguna de las mezclas de pyroxsulam con los latifolicidas evaluados, ni con el testigo regional; se registraron efectos aparentes de fitotoxicidad en el cultivo, que pudiera reflejarse en su rendimiento. El más alto rendimiento corresponde a pyroxsulam + tritosulfurón + dicamba (6,898.5 k/ha), seguido del testigo regional (6,703.3 k/ha), de pyroxsulam + fluroxipir + halauxifen (6,545.5 k/ha), de pyroxsulam + fluroxipir (6,164.3 k/ha), de pyroxsulam +

thifensulfurón + metsulfurón (6,000 k/ha) y del testigo sin aplicación (1,195.5 k/ha), manifestando éste último diferencias significativa con el resto de los tratamientos.

Referencias

1. Anónimo, 2017. Mercado de los químicos para la protección de cultivos (pesticidas). <http://agriculturers.com/mercado-de-los-quimicos-para-proteccion-de-cultivos/>
2. McDougall. P. 2008. Crop protection and biotechnology consultants. www.phillipsmcdougall.com
3. Rosales R., E. y V. A. Esqueda E. 2010. Clasificación y uso de herbicidas por su modo de acción. Memoria Curso Precongreso XXXI Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza. México. pp. 29-48.
4. Tamayo Esquer L. M. 2001. Manejo integrado de maleza en trigo para el noroeste de México. Folleto técnico no. 42. . CEVY-CIRNO-INIFAP, México.
5. Tamayo Esquer, L. M. y L. M. Tamayo Peñuñuri 2015. Evaluación del tratamiento a la semilla, mezclas de herbicidas y fungicidas en el cultivo de trigo en el valle del Yaqui, Sonora, México. Otoño-Invierno 2014-15. Memoria del XVIII congreso internacional de ciencias agrícolas. UABC-ICA Mexicali, B. C. México.

Fitófagos De La Higuera (*Ficus Caryca* L.) En El Noroeste De México Y Repelentes Para Su Control

López-Carvajal Arturo, Navarro-Ainza J. A. Cristóbal, Robles-Contreras Fabián, Cabada-Tavares Carlos, Grijalva-Contreras Raul Leonel, Macías Duarte Rubén

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental Caborca lopezcarmx@yahoo.com.mx

Resumen

Los objetivos de este estudio fueron: a) Identificar insectos xilófagos (barrenadores) de la higuera en las regiones de Vizcaíno, Baja California Sur y en Caborca, Sonora; y b) Evaluar productos repelentes contra insectos fitófagos en este frutal. Se muestreo con trampas de luz, y directamente en troncos, ramas y hojas introduciéndolas una por bolsa de plástico transparente durante mayo-julio 2018. Se contaron y registraron los insectos fitófagos por hoja por tratamiento. Con las trampas se encontraron dos insectos barrenadores de la familia Cerambycidae; los géneros *Eutrichillus* sp. en Caborca, Sonora; y en la zona de Vizcaíno sólo se ubicó al género *Anoplophora* sp. pero como plaga primaria. La aplicación de dos repelentes vegetales a base de ajo y canela en Caborca solo tuvo efecto en los primeros días después de su aplicación; a la semana y a los 14 días su efecto no se apreció sobre insectos fitófagos mas frecuentes como mosquita blanca, trips y hormigas. En Caborca se localizaron ligeras infestaciones de larvas barrenadoras en troncos y ramas, insuficientes para medir efecto de los repelentes, así también apenas se detectaron adultos del barrenador identificado.

Palabras Clave: Higuera, barrenadores, repelentes vegetales.

Abstract

The objectives of this study were: a) to identify xylophagous insects (borers) of the fig tree in the Vizcaíno, Baja California Sur and Caborca, Sonora regions; and b) To evaluate repellent products against phytophagous insects in this fruit tree. It was sampled with light traps, and directly on trunks, branches and leaves, introducing them one per transparent plastic bag during may-july 2018. Frequent phytophagous insects were counted and recorded per leaf and treatment. Two borer insects of the Cerambycidae family were found; the genus *Eutrichillus* sp. in Caborca, Sonora; and in the area of Vizcaíno only the genus *Anoplophora* sp. but as a primary pest. The application of two vegetable repellents based on garlic and cinnamon in Caborca only had an effect in the first days after its application; a week and at 14 days its effect was not appreciated on frequent phytophagous insects such as whitefly, thrips and ants. In Caborca, slight infestations of drilling larvae were found in trunks and branches, insufficient to measure the effect of the repellents, even though adults of the identified borer were hardly detected.

Key words: Fig tree, borers, botanical repellents.

1. Introducción

Los problemas causados por el uso excesivo de insecticidas químicos sintéticos obligan a buscar otras opciones para el manejo de insectos plaga (Gomero Osorio, 1994). En sistemas agrícolas que desean agregar calidad de inocuidad a sus productos, como es el caso de la producción de higo en la región de Vizcaíno, Baja California Sur incrementar inocuidad sería deseable para los productores sin el uso de agroquímicos (Navarro, Cabada, Osuna, Morales y López 2016). Por ello, una alternativa es el uso de sustancias vegetales repelentes, a fin de evitar plaguicidas químicos (Lagunes, Arenas y Hernández, 1984) y que la fruta producida sea con características orgánicas o tendientes a ello, y que en un lapso corto pueda certificarse la ausencia de agroquímicos en su proceso de producción. Entre los problemas fitosanitarios, un insecto barrenador ha estado dañando árboles de higuera en esta región de Vizcaíno, y afectando así la vida útil y producción de estas higueras por ello la importancia de evaluar otras prácticas de prevención como pueden ser los repelentes vegetales contra insectos fitófagos; también se buscó determinar las especies de barrenadores que inciden en la higuera para el noroeste de México en Sonora y Baja California Sur a fin de buscar prevenir o controlar sus daños.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en tres sitios del Noroeste de México; en dos plantaciones de Caborca Sonora (“Enchilallas” plantación de 30 años, y en Ejido Cajeme de 6 años), y el tercer sitio en el Ejido Gustavo Díaz Ordaz región de Vizcaíno plantación de higuera de cerca de 35 años con la variedad de higo ‘Kadota’ con riego por goteo. En las tres plantaciones se realizaron muestreos para identificar insectos barrenadores con la ayuda de claves (Chemsak y Noguera, 1993) en laboratorio. Se usaron trampas de luz (Figura 1) para capturar insectos adultos, se revisaron troncos y ramas para capturar larvas barrenadoras, y 10 hojas por tratamiento para fitófagos frecuentes. Se evaluaron dos repelentes vegetales comerciales sólo en Caborca; uno a base de ajo (2 ml/L agua) y otro a base de canela (3 ml/L agua), la primera aplicación se realizó con aspersora de “mochila” el 29 de Mayo de 2018 sobre el follaje de 10 plantas para cada repelente, y el testigo (plantas no tratadas). La evaluación de tratamientos, se realizó a los 2, 7 y 14 días después de cada aplicación, mediante bolsas de plástico se introdujo una hoja intermedia por bolsa sacudiéndola para capturar insectos presentes, se tomaron 10 hojas por cada tratamiento y se llevaron en hielera para revisar y contar cada bolsa; la segunda aplicación se realizó el 18 de junio con los mismos tratamientos y procedimiento de muestreo. Se utilizó un diseño completamente al azar y se realizó el ANOVA.

3. Resultados y discusión

Se logró capturar con las trampas de luz ocho especímenes adultos de Cerambycidae del barrenador del género *Eutrichillus*, de acuerdo con las características descritas por Chemsak y Noguera (1993), sólo en la plantación de “Enchilallas” en Caborca; en la plantación joven de 6

años no se encontró. En Baja California Sur se hicieron capturas del género *Anoplophora* únicamente. Pero éste no se encontró en Caborca. En la Figura 2, se puede apreciar el efecto de los repelentes a base de ajo y canela en abatir la presencia de los insectos fitófagos encontrados en las hojas principalmente mosquita blanca, trips y hormigas, a los dos días de su aplicación. En las fechas posteriores de muestro a los 7 y 14 días de la aplicación no se apreció efecto en relación a las plantas testigo de higuera. Pudiera ser que esto tenga relación con las altas temperaturas y fuerte luminosidad que prevalece en Caborca a finales de la primavera y verano lo que incide sobre la velocidad de degradación de los productos aplicados. A pesar que la aplicación se hizo a las primeras hora del día (antes de las 7 am). No se apreciaron efectos diferentes entre los repelentes utilizados. No obstante, se observa potencial de ambos para prevenir insectos fitófagos sólo que se requiere generar tecnología de manejo en campo para este tipo de productos bajo las condiciones áridas de estas partes de México (Lagunes, *et al*,1984). Cabe señalar que en Caborca, a diferencia de Vizcaíno, no se tienen presencia o daños sobresalientes por barrenadores, de ahí que no se pueden apreciar en este estudio el impacto de los repelentes sobre barrenadores. Pero se conducirá en Vizcaíno algo similar para ver su efecto sobre el barrenador *Anoplophora* que es importante.



Figura 1. Aspecto de las trampas de luz para la captura de insectos adultos primavera- verano 2018. Caborca, Son

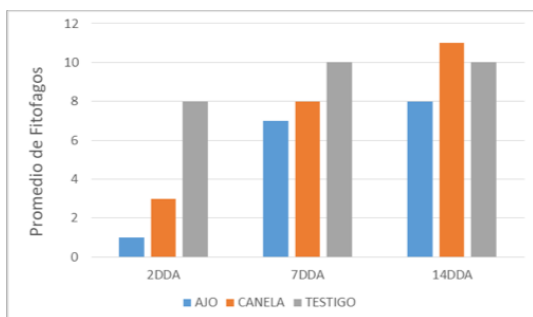


Figura 2. Primera aplicación (29 de mayo) de repelentes vegetales contra fitófagos en higuera. Caborca 2018

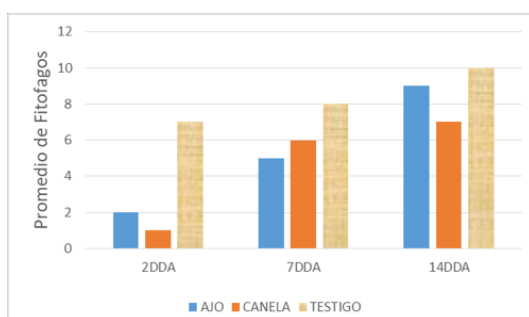


Figura 3. Segunda aplicación (18 de junio) de repelentes vegetales contra fitófagos en higuera. Caborca 2018

4. Conclusiones

Los resultados de este estudio confirman la presencia de dos barrenadores de la familia Cerambycidae en el cultivo de higo. En Caborca se presentó el género *Eutrichillus*, como una plaga secundaria y en Vízcaíno el barrenador *Anoplophora* plaga de importancia primaria. Este último aún no encontrado en Caborca. Debe continuarse muestreando, para hacer una completa determinación.

Los repelentes botánicos a base de ajo y canela mostraron potencial para prevenir infestaciones de insectos fitófagos en higuera. Pero deben evaluarse y completar la tecnología de manejo en campo para este tipo de productos, en especial para regiones áridas como las señaladas a fin de hacer mas duradero y eficiente su uso.

Referencias

- 1.Chemsak, J.A. y F.A. Noguera. 1993. Annotated checklist of the Cerambycidae of the Estación de Biología Chamela, Jal. México (Coleóptera) with descriptions of new genera. Folia Entomológica Mexicana 89: 55-102.
- 2.Gomero Osorio, L. (Ed). 1994. Plantas para proteger cultivos; tecnología para controlar plagas y enfermedades. Red de Acción en Alternativa al Uso de Agroquímicos 239 P. México.
- 3.Lagunes T.A. Arenas O. L.D., Rodríguez H. C. 1984. Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas. México. Colegio de Postgraduados. 203 p.
- 4.Navarro, A.J.A.C., Cabada, T.C.A., Osuna, A.J.D., Morales, M.A. y A. López C. 2016. Informe Técnico y Financiero Anual 2016. Proyecto Fiscal “Innovaciones tecnológicas sostenibles para mejorar la productividad y rentabilidad en frutales de zonas áridas del noroeste de México. INIFAP-Campo Experimental Todos Santos. La paz, BCS. Diciembre 2016, 39 p.

Eficacia Del Herbicida Tritosulfurón + Dicamba (Condraz) Para El Control De Maleza De Hoja Ancha En Maíz En El Noroeste De México

Mancillas Nieblas Maritza Araceli¹, Tamayo Esquer Luis Miguel², Chávez Hernández Luis Felipe³, Ruvalcaba Estrada Sergio³, Campos Gutiérrez Jesús Francisco³

¹Instituto Tecnológico de Sonora m-mancillas@hotmail.com

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

³BASF Mexicana

Resumen

La problemática de maleza, requiere herbicidas o mezclas eficientes y selectivas al cultivo; lo que coincide con los objetivos del presente trabajo, que contempla evaluar la eficacia de tritosulfurón + dicamba (Condraz) en el control de maleza de hoja ancha en maíz; además de evaluar la fitotoxicidad sobre el cultivo y su rendimiento. El estudio se realizó en el valle del Yaqui, Sonora, México, aplicándose antes de la sexta hoja del maíz 200 y 250 Gha⁻¹ de tritosulfurón + dicamba (Condraz), comparadas con un testigo comercial y con un testigo sin aplicación. Se evaluó el control 15, 30, y 45 dda; así como su rendimiento, con análisis de varianza y comparación de medias (Tukey's P<0.05). Los resultados muestran que tritosulfurón + dicamba controló de manera regular (<80%) y el testigo regional con un control medio (>80%); aunque no fueron suficientes en la práctica (>87.5%), controlaron de manera regular la maleza desde 15 dda. Se requirieron 250 Gha⁻¹ de tritosulfurón + dicamba, para un control suficiente en la práctica de maleza y superar al testigo regional 30 dda; aunque este efecto fue reducido 45 dda a un control medio e igualada por su dosis baja y por el testigo regional. Ninguno de los tratamientos fueron fitotóxicos al cultivo, como para afectar su producción. Los mayores rendimientos fueron para 250 Gha⁻¹ de tritosulfurón + dicamba (12,410 Kha⁻¹), seguido de 200 Gha⁻¹ (11,652 Kha⁻¹); registrando 113.3 y 106.4 por ciento con respecto al testigo regional (10,949 Kha⁻¹) y superando al testigo sin aplicación que rindió 8,113 Kha⁻¹ (74.1%).

Palabras Clave: Maleza, Herbicidas, Maíz.

Abstract

The problematic of weeds, requires efficient and selective herbicides or mixtures to the crop; which coincides with the objectives of this work, which includes evaluating the efficacy of tritosulfuron + dicamba (Condraz) in the control of broadleaf weeds in corn; besides evaluating phytotoxicity on the crop and its yield. The study was carried out in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico, applying 200 and 250 gr of m.c./ha of tritosulfuron + dicamba (Condraz) before the sixth corn leaf, compared with a commercial control and with a control without application. The control was evaluated 15, 30, and 45 daa; as well as its performance, with analysis of variance and comparison of means (Tukey's P <0.05). The results show that tritosulfuron + dicamba

controlled on a regular basis and the control regional with a medium control (>80%); although they were not sufficient in practice (>87.5%), they regularly (<80%) controlled the weed from 15 days. It required 250 Gha⁻¹ of tritosulfuron + dicamba, for a sufficient control in the practice of weeds and to overcome the regional control 30 daa; although this effect was reduced 45 daa to an average control and equaled by its low dose and by the regional control. None of the treatments were phytotoxic to the crop, as to affect its production. The highest yields were for 250 Gha⁻¹ of tritosulfuron + dicamba (12,410 Kha⁻¹), followed by 200 Gha⁻¹ (11,652 Kha⁻¹); registering 113.3 and 106.4 percent with respect to the regional control (10,949 Kha⁻¹) and surpassing the control without application that yielded 8,113 Kha⁻¹ (74.1%).

Key words: Weed, Herbicides, Corn.

1. Introducción

Resultados de investigación en el Valle del Yaqui, muestran que en las etapas iniciales del cultivo del maíz de otoño-invierno, se registran 22 especies de malas hierbas, pertenecientes a 12 familias taxonómicas (Tamayo-Esquer, 2000); de las cuales, 11 son de hoja ancha anual y una perenne; entre las de hoja angosta, se registran 10 especies de gramíneas anuales y tres perennes (Tamayo-Esquer, 2003). El control químico es requerido para el manejo de maleza, al grado que del mercado mundial de plaguicidas sobresalen los herbicidas; calculándose una tasa de crecimiento anual de un 5.79 por ciento entre 2017 y 2022 en el mercado global de plaguicidas, donde los herbicidas crecerán más rápido (5.88%), seguido por los fungicidas (Anónimo, 2017).

La problemática de maleza en el sur de Sonora, se incrementa constantemente y representa de los principales organismos dañinos que afectan la producción de grano y su calidad en maíz en la región; asimismo, el incremento de las temperaturas registrado en los últimos ciclos, contribuyen a la baja eficacia y selectividad de algunos herbicidas, por condiciones de estrés del cultivo y maleza (Tamayo-Esquer y Tamayo-Peñuñuri, 2015). En el sur de Sonora, la maleza de hoja ancha es común compitiendo con maíz; considerándose como serio problema por la restricción de los herbicidas hormonales. Además, especies como verdolaga *Portulaca oleracea* L., entre otras, cuyo período óptimo para su control es muy estrecho; son difícilmente eliminadas con herbicidas de contacto, ocasionando escapes, fuertes infestaciones y reducciones significativas en el rendimiento del cultivo.

Tritosulfurón + dicamba (Condraz) es un herbicida sistémico postemergente selectivo, específico para el control de maleza de hoja ancha en el cultivo de maíz y trigo; formulado como gránulos dispersables, con un contenido de 250 + 500 gr de ingrediente activo por kilo. Tritosulfuron es absorbido principalmente por las hojas de las plantas y dicamba es absorbido por las hojas y raíces, siendo éstos translocados en ambos sentidos en la planta. Tritosulfuron inhibe la síntesis de aminoácidos a través de la inhibición de la enzima acetolactata sintetasa y dicamba afecta el nivel de auxinas en la planta, entonces las malas hierbas dejan de crecer, muriendo posteriormente. La mezcla de estos dos ingredientes activos amplía el espectro de control de maleza de hoja ancha en maíz y trigo.

Antecedentes de resultados recientes, registran un control medio (83 a 86%) de las poblaciones de maleza anual de hoja ancha en maíz de verano, con ambas dosis de tritosulfurón + dicamba (Condraz 175 y 200 Gha⁻¹); asimismo en rendimiento, la mezcla de tritosulfurón + dicamba fue superada por topramezone + dimethenamida y topramezone + dicamba, sobre ambas dosis de tritosulfurón + dicamba (175 y 200 Gha⁻¹), por lo que se considera el incremento de su dosis para futuras evaluaciones, bajo las condiciones del sur de Sonora (Tamayo-Esquer y Figueroa-López, 2017).

Se requiere tecnología que permita mediante la asociación de prácticas culturales y el control químico, un establecimiento óptimo del cultivo y el manejo eficiente de las especies de maleza de hoja ancha en la postemergencia del maíz; por lo que se necesita de herbicidas o mezclas eficaces y selectivas al cultivo, coincidiendo con los objetivos del presente ensayo, evaluar la efectividad biológica de tritosulfurón + dicamba (Condraz) en el control de maleza de hoja ancha de difícil control en maíz; además, de evaluar la fitotoxicidad de los tratamientos sobre el cultivo y su rendimiento.

2. Materiales y métodos

Este estudio se realizó en el valle del Yaqui, Sonora, México, utilizándose la variedad de maíz Caribú de Asgrow, en un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de ocho surcos a 0.80 metros de separación por 110 metros de largo; considerándose cuatro repeticiones. Se evaluaron tres tratamientos que incluyeron 200 y 250 Gha⁻¹ de material comercial de tritosulfurón + dicamba (Condraz) una del testigo comercial (1.0 Lha⁻¹ de dicamba + 2,4-D Amina “Banvel 1224”, comparadas con un testigo sin aplicación; realizándose antes de la aparición de la sexta hoja del maíz. Se usó una aspersora terrestre comercial, con boquillas Tee-Jet 8002; utilizándose un volumen de agua de 250 Lha⁻¹. Se determinó el porcentaje de control a los 15, 30, y 45 días después de la aplicación (dda) y la selectividad a los 7 y 15 dda. Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias (Tukey's P<0.05) para establecer la eficacia biológica.

3. Resultados y discusión

Los resultados de control 15 dda, se presentan en el Cuadro 1, donde la dosis de 200 Gha⁻¹ de tritosulfurón + dicamba registró 72.5 por ciento de control (correspondiendo a un control regular); su dosis mayor (250 Gha⁻¹) registró 77.5 por ciento, considerado también como un control regular. El testigo regional, registró 83 por ciento de control (considerado como un control medio); donde los análisis estadísticos, muestran diferencias significativas, registrándose al testigo regional como mejor tratamiento, seguido de la dosis alta y baja de tritosulfurón + dicamba respectivamente (250 y 200 Gha⁻¹). Lo cual indica que, 15 dda el efecto de tritosulfurón + dicamba es sólo regular y se manifiesta más lento que el testigo regional con un control medio;

los cuales, aunque no son suficientes en la práctica registraron un control de regular a medio de la maleza desde ésta fecha de observación.

Para la evaluación realizada 30 dda, los resultados continúan mostrando un control regular (77.5%) de la maleza hoja ancha con la dosis baja de tritosulfurón + dicamba (200 Gha⁻¹); sin embargo, con la dosis mayor de este herbicida (250 Gha⁻¹), se registró ya un control suficiente en la práctica (92.5%). En cuanto al testigo regional, los resultados continúan mostrando un control medio (82.5%), registrándose diferencias significativas al compararlo con la dosis alta de tritosulfurón + dicamba (Cuadro 1). Lo anterior muestra, que se requieren de cuando menos 250 Gha⁻¹ de tritosulfurón + dicamba, para un control suficiente en la práctica del complejo de maleza anual de hoja ancha de difícil control 30 dda, superando al testigo regional.

En la evaluación realizada 45 dda, los resultados muestran un control medio para ambas dosis de tritosulfurón + dicamba (82.5 y 81.8%); los cuales, se comportaron estadísticamente similares a los registrados en el tratamiento a base del testigo regional, que también presentó un control medio de maleza (82.5%). Lo que indica que para los 45 dda, la superioridad en control registrada anteriormente con la dosis mayor del herbicida tritosulfurón + dicamba (250 Gha⁻¹) fue registrada al mismo nivel que la dosis baja de este producto y al del manifestado por el testigo regional sobre el complejo de maleza anual de hoja ancha.

Cuadro 1. Control de maleza como resultado de la mezcla de tritosulfurón + dicamba (condraz) en maíz en el sur de sonora. Ciclo otoño-invierno 2017-18

N° de tratamiento	% control de maleza		
	15	30	45
1 Tritosulfurón + dicamba (200 Gha ⁻¹)	72.5 c	77.5 c	82.5 a
2 Tritosulfurón + dicamba (250 Gha ⁻¹)	77.5 b	92.5 a	81.8 a
3 Testigo Regional*	83.0 a	82.5 b	82.5 a
4 Testigo sin aplicación	0.0 d	0.0 d	0.0 b
Tukey's P<0.05=	0.2500	0.2500	1.886

*Dicamba + 2,4-D Amina (Banvel 1224: 1.0 Lha⁻¹).

Cuadro 2. Rendimiento de maíz como resultado de los tratamientos con tritosulfurón + dicamba para el control de maleza en el sur de sonora. Ciclo otoño-invierno 2017-18

N° de tratamiento	Rendimiento k/ha	Respecto al testigo (%)
1 Tritosulfurón + dicamba (200 Gha ⁻¹)	11,650 a	106.4
2 Tritosulfurón + dicamba (250 Gha ⁻¹)	12,410 a	113.3
3 Testigo Regional*	10,950 a	--
4 Testigo sin aplicación	8,113 b	74.1

*Dicamba + 2,4-D Amina (Banvel 1224: 1.0 Lha⁻¹).

En cuanto a la posible fitotoxicidad sobre maíz, tanto 7 como 15 dda, no se registraron efectos aparentes en ninguno de los tratamientos con tritosulfurón + dicamba (Condraz), ni en el testigo regional; lo que indica, que ninguno ocasiona síntomas en el cultivo, que pudieran reflejarse en el rendimiento del cultivo.

El Cuadro 2, presenta los rendimientos de grano sobre la variedad de maíz utilizada, donde no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos con las diferentes dosis de tritosulfurón + dicamba, que rindieron 11,652 Kha⁻¹ con 200 Gha⁻¹ y 12,410 Kha⁻¹ en la dosis de 250 Gha⁻¹, así como con el testigo regional que rindió 10,949 Kha⁻¹; aunque los análisis estadísticos no registraron diferencias significativas entre las dosis de tritosulfurón + dicamba y el testigo regional, éstas sí fueron significativas con el testigo sin aplicación que rindió 8,113 Kha⁻¹. Lo anterior, muestra que el mayor rendimiento corresponde a la dosis mayor de tritosulfurón + dicamba (12,410 Kha⁻¹), seguida de su dosis menor (11,652 Kha⁻¹), presentando 113.3 y 106.4 por ciento con respecto al testigo regional (10,949 Kha⁻¹), quien superó al testigo sin aplicación en un 25.9 por ciento.

4. Conclusiones

Considerando las condiciones particulares bajo las cuales se llevó a cabo el presente ensayo, se pueden concluir lo siguiente: Tritosulfurón + dicamba controló de manera regular la maleza de hoja ancha desde los 15 dda. Se requiere de 250 Gha⁻¹ de tritosulfurón + dicamba, para el control de maleza anual de hoja ancha, para superar al testigo regional 30 dda. Ninguno de los tratamientos evaluados registraron fitotoxicidad aparente en el cultivo. Los más altos rendimientos corresponden a 250 Gha⁻¹ de tritosulfurón + dicamba, seguida de 200 Gha⁻¹.

Referencias

1. Anónimo, 2017. Mercado de los químicos para la protección de cultivos. <http://agricultureros.com/mercado-de-los-quimicos-para-proteccion-de-cultivos/>
2. Tamayo Esquer, L. M. y L. Brambila P. 2000. Levantamiento ecológico de maleza en el cultivo del maíz. Valle del Yaqui, Sonora, México. Ciclo agrícola otoño-invierno 1997-98. Memoria XXI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Noviembre 2000, Morelia, Michoacán, México.
3. Tamayo Esquer L. M. 2003. Manejo integrado de maleza en maíz para el noroeste de México. Folleto técnico no. 49. CEVY-CIRNO-INIFAP, México.
4. Tamayo Esquer L. M. 2002. Avances en el proyecto sobre tecnología para el manejo integrado de maleza en los sistemas de producción del sur de Sonora. Memoria Día del Agricultor 2002. Publicación Especial N° 9, CEVY-CIRNO-INIFAP, México.
5. Tamayo Esquer, L. M. y L. M. Tamayo Peñuñuri 2015. Evaluación del tratamiento a la semilla, mezclas de herbicidas y fungicidas en el cultivo de trigo en el valle del Yaqui, Sonora, México. Otoño-Invierno 2014-15. Memoria del XVIII congreso internacional de ciencias agrícolas. UABC-ICA Mexicali, B. C. México.
6. Tamayo Esquer L. M. y P. Figueroa L. 2017. Avances en el proyecto sobre generación, validación y transferencia de tecnología para el manejo integrado de maleza en los sistemas de producción del sur de Sonora, México. Informe Técnico, CENEB-CIRNO-INIFAP, México.

Severidad Del Tizón Foliar Del Maíz En Genotipos Evaluados Con Diferentes Tratamientos De Fertilización

Melgoza Villagómez Claudia María¹, Navejas Jiménez Jesús¹, Gutierrez Pérez Erasmo¹, Moreno Gallegos Tomás², Ávalos Castro Raúl¹, Cota Barreras Carlos Iván¹

¹Campo Experimental Todos Santos¹. INIFAP. La Paz, B. C. S. melgoza.claudia@inifap.gob.mx

²Campo Experimental Valle de Culiacán-INIFAP. Carretera Culiacán-El Dorado, km 17.5. Municipio. C. P. 80000, Culiacán. Sinaloa, México

Resumen

El tizón foliar del maíz (TFM) es una enfermedad de importancia económica en todo el mundo, donde las condiciones climáticas favorables y los huéspedes susceptibles causan daños que pueden variar entre el 27 y el 90% de la producción. La enfermedad se asocia al ascomiceto *Setosphaeria turcica* (Luttrell) Leonard y Suggs. El micelio penetra la cutícula de la hoja hasta que las hifas llegan al xilema donde secretan la toxina HT que inhibe la síntesis de clorofila e induce los síntomas de la enfermedad. El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la severidad del TFM presente de forma natural en genotipos de maíz. La severidad del TFM se evaluó con la escala de Bleicher en la etapa fenológica R3 en los genotipos XR60, N1R01, Armadillo, Caribú, Inifap S-16, DK-2038, DK-2048, DK-4050 y DK-4130 a dosis de fertilización de 200-80-00, 100-80-00 NPK y un tratamiento con 4.0 L ha⁻¹ de ácido orgánico. El análisis estadístico muestra diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los genotipos, en los tratamientos 100-80-00 NPK y orgánico. Los genotipos más tolerantes al tizón foliar del maíz fueron XR60, INIFAP S-16 y N1-R01 con 32.79, 33.17 y 33.88% respectivamente. Los tratamientos de 200-80-00 y orgánico, mostraron en promedio menor daño por tizón foliar del maíz con 32.25 y 35.23% respectivamente.

Palabras Clave: Enfermedad, severidad, tizón foliar del maíz.

Abstract

Corn leaf blight (TFM) a disease of economic importance throughout the world, wherein favorable climatic conditions and susceptible hosts cause damage that may vary between 27 and 90% of the total production. Disease associated with ascomycete *Setosphaeria turcica* (Luttrell) Leonard y Suggs. The fungal mycelium penetrates the xylem where secrete the HT toxin that inhibits the synthesis of chlorophyll and induces the symptoms of the disease. The objective of this work was evaluate the severity of the TFM present naturally in maize hybrids. The severity of TFM were evaluated with the Bleicher scale in phenological stage R3 in the hybrids XR60, N1R01, Armadillo, Caribú, Inifap S-16, DK-2038, DK-2048, DK-4050 y DK-4130 at fertilization doses of 200-80-00, 100-80-00 NPK and a treatment with 4.0 L ha⁻¹ of organic acid. The statistical analysis shows significant difference ($p \leq 0.05$) between hybrids, in the treatments 100-80-00 NPK and organic. The most tolerant hybrids to corn leaf blight were XR60, INIFAP

S-16 and N1-R01 with 32.79, 33.17 and 33.88% respectively. The treatments of 200-80-00 and organic, showed on average less damage by corn leaf blight with 32.25 and 35.23% respectively.

Key words: Disease, severity, corn leaf blight.

1. Introducción

El tizón foliar del maíz (TFM) es una enfermedad de importancia económica a nivel mundial. En regiones donde se presentan condiciones climáticas favorables y huéspedes susceptibles causa daños que pueden variar entre el 27 y el 90% de la producción total (Ribeiro *et al.*, 2016). La enfermedad se asocia al hongo *Setosphaeria turcica* (Luttrell) Leonard y Suggs (Anamorfo: *Exserohilum turcicum* [Pase.] Leonard y Suggs), también conocido como *Helminthosporium turcicum*. Es un ascomiceto heterotálico que sobrevive como micelio inactivo en plantas huésped y como clamidospora en el suelo (Galiano y Miedaner, 2017). Las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad son temperaturas entre 15 y 25 °C, períodos de rocío de mínimo 4 h y humedad relativa de 90 -100% (Ogliari, Guimarães, Geraldi y Camargo, 2005). El micelio penetra la cutícula de la hoja y la epidermis, las hifas crecen intracelularmente en el mesófilo hasta llegar al xilema donde secretan la toxina HT, compuesto de bajo peso molecular soluble en agua que inhibe la síntesis de clorofila. La toxina induce los síntomas de la enfermedad y se asocia a la capacidad cuantitativa del hongo para causar la infección en el huésped (Li *et al.*, 2016). El primer síntoma de la enfermedad consiste en la presencia de manchas pequeñas, ligeramente ovaladas y acuosas que se producen en las hojas. Posteriormente, estas lesiones se transforman en zonas alargadas predominantemente de color ceniza, a veces verde-grisáceo o pardo, se manifiestan primeramente en las hojas más bajas; el número de lesiones aumenta a medida que se desarrolla la planta (CIMMYT, 2004). La expresión de los síntomas puede variar dependiendo del genotipo. El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la severidad del TFM presente de forma natural en genotipos de maíz a diferentes dosis de fertilización.

2. Materiales y métodos

Los síntomas de la enfermedad del TFM se presentaron en un ensayo establecido durante el ciclo primavera - verano de 2018 en instalaciones del INIFAP - Sitio Experimental Valle de Santo Domingo, dentro del período óptimo para el cultivo de maíz en la entidad. Se evaluaron nueve genotipos de maíz: XR60, N1R01, Armadillo, Caribú, Inifap S-16, DK-2038, DK-2048, DK-4050 y DK-4130 a dosis de fertilización de 200-80-00, 100-80-00 NPK y un tratamiento de fertilización orgánica con 4.0 L ha⁻¹ de ácido orgánico. El área experimental se estableció en camas de 1.60 m de ancho con dos hileras al centro separadas por 40 cm a una densidad de siembra de 87 500 plantas por hectárea. Se utilizó un diseño experimental bifactorial con arreglo en franjas, con 4 repeticiones. En la etapa fenológica R3 (grano lechoso), se evaluó la severidad de los síntomas asociados a la enfermedad del TFM con la escala de Bleicher (1988). En cada parcela se evaluaron 3 plantas por repetición (n=12). Los valores de severidad se transformaron

al arcoseno de la raíz cuadrada del porcentaje para cumplir los supuestos de normalidad y se analizaron estadísticamente mediante la comparación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Los análisis de datos se realizaron con programa JMP® Versión 14 (SAS Institute Inc. 2018).

3. Resultados y discusión

El análisis estadístico de la severidad del tizón foliar del maíz presente de forma natural en nueve genotipos evaluados con diferentes tratamientos de fertilización, muestra diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los genotipos a la dosis 100-80-00 NPK y en el tratamiento orgánico. En la dosis de 200-80-00, la severidad del TFM no muestra diferencia estadística entre los genotipos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Severidad del tizón foliar del maíz en nueve genotipos evaluados a diferentes tratamientos durante el ciclo primavera - verano de 2018 en el valle de Santo Domingo, Baja California Sur

Genotipos	Tratamiento químico		Tratamiento orgánico	Promedio
	[100-80-00]	[200-80-00]	[4.0 L/ha]	
XR60	41.25 ab	30.00 a	27.11 bc	32.79
N1-R01	34.61 b	29.61 a	37.43 abc	33.88
INIFAP S-16	36.25 ab	33.36 a	29.89 abc	33.17
DK-4130	41.25 ab	32.93 a	34.61 abc	36.26
DK-4050	38.75 ab	34.61 a	41.25 a	38.20
DK-2048	41.25 ab	38.75 a	40.00 ab	40.00
DK-2038	45.00 a	30.50 a	26.51 c	34.00
Caribú	42.50 ab	28.93 a	40.00 ab	37.14
Armadillo	42.50 ab	31.53 a	40.28 a	38.00
Media	40.37	32.25	35.23	
DMS	17.77	24.29	25.98	
CV	18.31	31.34	30.67	

Medias con letra iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Los genotipos más tolerantes a la severidad del tizón foliar de maíz en el tratamiento 100-80-00 fueron N1R01, INIFAP S-16 y DK-4050, con un porcentaje de severidad en las hojas de 34.61, 36.25 y 38.75%, respectivamente. A diferencia de los genotipos DK-2038 (45%), Caribú (42.50%) y Armadillo (42.5%) que mostraron mayor porcentaje de severidad en las hojas. En el tratamiento 200-80-00, los genotipos más tolerantes a la severidad del tizón foliar de maíz fueron Caribú (28.93%), N1-R01 (29.61%) y XR60 (30%) y los genotipos menos tolerantes fueron DK-2048 (38.75%) y DK-4050 (34.61%). Respecto al tratamiento orgánico, los genotipos más tolerantes fueron DK-2038 (26.51%), XR60 (27.11%) y INIFAP S-16 (29.89%) y los genotipos de maíz menos tolerantes fueron DK-4050 (41.25%), Armadillo (40.28%), DK-2048 (40.00%) y Caribú (40.00%), a la severidad del tizón foliar de maíz. En general, se observó daño

promedio por TFM significativamente menor en los tratamientos 200-80-00 y el tratamiento orgánico, con 32.25 y 35.23%, respectivamente, en comparación con el tratamiento 100-80-00 con 40.37%. Los genotipos menos afectados en los tres tratamientos por TFM fueron XR60, INIFAP S-16 y N1-R01 con 32.79, 33.17 y 33.88% respectivamente, los genotipos de maíz más afectados fueron DK-2048 (40%), DK-4050 (38.2%) y Armadillo (38%). Si bien, la expresión de los síntomas del TFM depende del genotipo, la tolerancia o susceptibilidad de la planta a los patógenos, aumenta o disminuye con la cantidad de nitrógeno. Aunque la planta reconfigura su metabolismo primario y secundario en respuesta a la infección por patógenos, estos también son influenciados por N. La fertilización nitrogenada cambia el equilibrio a favor de la planta o del patógeno (Mur, Simpson, Kumari, Gupta y Gupta, 2017).

4. Conclusiones

Los genotipos más tolerantes al tizón foliar del maíz fueron XR60, INIFAP S-16 y N1-R01 con 32.79, 33.17 y 33.88% respectivamente, por lo cual se sugieren para siembras en el estado de Baja California Sur. Los tratamientos a 200-80-00 y orgánico, mostraron en promedio menor daño por tizón foliar del maíz con 32.25 y 35.23% respectivamente.

Referencias

1. Bleicher, J. (1988). Níveis de resistência a *Helminthosporium turcicum* Pass. em três ciclos de seleção em milho pipoca (*Zea mays* L.). Tese de Doutorado. ESALQ. Piracicaba, São Paulo.
2. CIMMYT. (2004). Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. 4a ed. México. Recuperado de <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/715/25905.pdf>
3. Galiano-Carneiro, A. L., y Miedaner, T. (2017). Genetics of resistance and pathogenicity in the maize / *Setosphaeria turcica* pathosystem and implications for breeding. *Front. Plant Sci.* doi: 10.3389/fpls.2017.01490
4. Li, P., Gong, X., Jia, H., Fan, Y., Zhang, Y., y Cao, Z. (2016). MAP kinase gene STK1 is required for hyphal, conidial, and appressorial development, toxin biosynthesis, pathogenicity, and hypertonic stress response in the plant pathogenic fungus *Setosphaeria turcica*. *J. Integr. Agric.* 15, 2786-2794. doi: 10.1016/S2095-3119(16)61472-7
5. Mur, L. A., Simpson, C., Kumari, A., Gupta, A. K., y Gupta, K. J. (2017). Moving nitrogen to the centre of plant defence against pathogens. *Annals of Botany.* 119, 703-709. doi:10.1093/aob/mcw179
6. Oglari, J. B., Guimarães, M. A., Geraldini, I. O., and Camargo, L. E. A. (2005). New resistance genes in the *Zea mays* - *Exserohilum turcicum* pathosystem. *Genet. Mol. Biol.* 28, 435-439. doi: 10.1590/S1415-47572005000300017
7. Ribeiro, R. M., Júnior, A. T. A., Penal, G. F., Vivas, M., Kurosawa, R. N., y Gonçalves, L. S. A. (2016). History of northern corn leaf blight disease in the seventh cycle of recurrent selection of an UENF-14 popcorn population. *Acta Sci. Agron.* 38, 447-455. doi: 10.4025/actasciagron.v38i4.30573SAS Institute Inc. 2018. Discovering JMP 14®. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Rendimiento Del Frijol Pinto En Dos Fechas De Siembra En Otoño-Invierno

Padilla-Valenzuela Isidoro¹, Ramírez-Arredondo José A.¹, Acosta Gallegos Jorge A.², Ortega-Murrieta Pedro F.³, Ortiz-Enríquez J. Eliseo¹, Saucedo-Acosta Raúl H.⁴, Ramírez-Cota Franklin G.⁴

¹Campo Experimental Norman E. Borlaug, padilla.isidoro@inifap.gob.mx

²Campo Experimental Bajío

³Campo Experimental Costa de Hermosillo

⁴Campo Experimental Valle del Fuerte

Resumen

Entre las limitantes de la producción de frijol pinto en siembras tempranas (septiembre), se tienen altas temperaturas y viento caliente en las primeras etapas del cultivo. Muerte de plántulas, asociada al ataque de hongos y disminución de la densidad de población. Durante el ciclo O-I 2017-18, en un suelo de migajón limoso, se evaluaron las variedades de frijol pinto: San Rafael, Chase, Saltillo y Bill-Z, en dos fechas: 21 de septiembre y 7 de octubre de 2017. Se sembraron en húmedo después de un riego de presiembra, 22 plantas por metro lineal, en surcos a 0.80 m, de 6 m de largo, en el Quinto, municipio de Etchojoa, Sonora. El testigo fue Bill-Z. Los tratamientos se ubicaron en un arreglo experimental en franjas con cuatro repeticiones. Se midieron las siguientes variables agronómicas: Peso de 100 semillas, rendimiento neto, variables agronómicas y reacción a enfermedades. Las variedades redujeron significativamente su rendimiento ($p < 0.05$) al retrasar la fecha de siembra. De acuerdo con los resultados La variedad San Rafael que fue superior en 12.4% al testigo Pinto Bill-Z. De las variedades de frijol pinto redujeron significativamente su rendimiento al retrasar la fecha de siembra. Se corroboró que el retraso en la siembra de variedades de frijol pinto susceptibles a roya (*Uromyces appendiculatus* *pv.* *phaseoli*) disminuyen su rendimiento debido a que su ciclo reproductivo coincide con temperaturas bajas y alta humedad ambiental que favorecen el desarrollo del patógeno causante de la roya.

Palabras Clave: *Phaseolus vulgaris*, enfermedades, clima.

Abstract

Among the main constraints of pinto bean production in early plantings (September), there are high temperatures and hot winds in the early stages of development. Root rot, associated with the attack of fungi and reduction of the optimum population density. During the OI 2017-18 crop season, on a sandy soil, four cv. of pinto bean were evaluated: San Rafael, Chase, Saltillo and Bill-Z, on two planting dates: September 21 and October 7, 2017. They were sown on wet soil, 22 plants per linear meter, in furrows at 0.80 m, 6 m long, at 'El Quinto', municipality of Etchojoa, Sonora. The check was Bill-Z. The treatments were placed in an experimental arrangement in strips with four repetitions. The following agronomic variables were measured: Weight of 100 seeds, net yield, agronomic variables and reaction to foliar diseases. According to the results The best response in autumn-winter was observed in cv. San Rafael, which was 12.4%

higher than Pinto Bill-Z. Pinto bean varieties significantly reduced their yield by delaying the sowing date. It was corroborated that the delay in the sowing of varieties of pinto beans susceptible to rust (*Uromyces appendiculatus* pv. *phaseoli*) diminish their yield because their reproductive stage coincides with low temperatures and high environmental humidity that favor the attack of the disease.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, foliar diseases, weather.

1. Introducción

Entre las limitantes de la producción de frijol pinto en siembras de otoño-invierno en el sur de Sonora, se tiene el alto riesgo de daño por heladas en siembras tardías (octubre) que, dependiendo de la etapa de ocurrencia, puede ocasionar daño total, y/o parcial al disminuir la calidad del grano. Por otro lado, en siembras tempranas (septiembre), las altas temperaturas y de vientos calientes en las primeras etapas del cultivo, propicia el ataque de hongos del suelo (*Macrophomina*) que ocasionan muerte de plántulas, disminución de la densidad de población, lo que frecuentemente obliga al productor a realizar resiembras con el consecuente incremento del costo de producción (Padilla *et al.* 2009). El tizón común o bacteriosis causada por *Xanthomas Axonopodis* pv. *phaseoli* (Ramírez, padilla, Ochoa y Montoya, 2015), es otra limitante importante que puede dañar en 100% al frijol si se presentan temperaturas de 27 a 28 °C, humedad relativa $\geq 90\%$ y lluvias frecuentes. En esta investigación se caracterizó el comportamiento agronómico de cuatro variedades de frijol pinto producidas bajo condiciones de riego en dos fechas de siembra en el Valle del Mayo, Sonora.

2. Materiales y métodos

Durante el ciclo O-I 2017-18, en un suelo de migajón limoso, se evaluaron las variedades de frijol pinto: San Rafael, Chase, Saltillo y Bill-Z, en dos fechas: 21 de septiembre y 7 de octubre de 2017. Se sembraron sobre suelo húmedo después de un riego de presembrado, 22 plantas por metro lineal, en el Quinto, municipio de Etchojoa, Sonora. El testigo fue P. Bill-Z. Los tratamientos se ubicaron en un arreglo experimental en franjas con cuatro repeticiones. La parcela experimental fue tres surcos separados a 0.80 m por 50 m de largo, la parcela útil de 8.0 m². Al cultivo se le dio el manejo agronómico recomendado por el INIFAP en la región. Se midieron las siguientes variables agronómicas: Peso de 100 semillas, rendimiento bruto, rendimiento neto, y reacción a enfermedades. Los datos de rendimiento de grano se analizaron según un diseño jerárquico y se utilizó la prueba de DMS (0.05) para la separación de medias.

3. Resultados y discusión

Hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre fechas, variedades y su interacción. Sobresalió por su alto rendimiento la variedad Pinto San Rafael con rendimiento promedio de 3.013 ton ha⁻¹, superior 12.4% al testigo P Bill-Z (Cuadro 1) y peso de 100 semilla de 39.5 g (Cuadro 2). De

acuerdo con Acosta, Jiménez, Montero, Guzmán y Anaya (2016) la planta de Pinto San Rafael es de hábito indeterminado prostrado de guía corta, ciclo de cultivo corto de reacción neutral al fotoperiodo. P. San Rafael presenta resistencia a tizón de halo, antracnosis y roya. En la interacción fecha por variedad el mejor tratamiento fue P. San Rafael con 3.938 ton ha⁻¹, superior en 37.9% al testigo P. Bill-Z (2.444 ton ha⁻¹) en la primera fecha y en la segunda fecha sobresalieron P. Saltillo y el testigo con rendimientos de 2.237 y 2.385 ton ha⁻¹, en ese orden.

En el Cuadro 2 se muestra el peso de 100 semillas donde sobresalen P. San Rafael y P. Chase que en promedio de ambas fechas registraron 39.5 y 38.7 g 100 semillas⁻¹, respectivamente. Bajo estas condiciones el mayor peso de semilla se observó en P. San Rafael (44.5 g 100 semillas⁻¹) en la primera fecha de siembra y el menor en la segunda (31.7 g 100 semillas⁻¹). En general, se observó una reducción significativa en el tamaño del grano al retrasar la fecha de siembra.

Los datos de temperaturas registrados durante de periodo de prueba mostraron temperaturas de 37 a 41.5 °C los primeros 26 días (etapas de emergencia a botones florales) y en amarre de vainas (48 dds) se registraron temperaturas de hasta 36 °C. Durante la etapa de llenado de grano, las temperaturas máximas medias fueron de 28.9 °C y las mínimas en 11.2 °C. Al final del ciclo se registraron 53 mm de precipitación en madurez fisiológica y 21.7 mm durante la cosecha.

La disponibilidad de humedad, temperatura, el fotoperiodo y sus interacciones influyen notoriamente en el crecimiento y desarrollo del frijol, así como en la duración de las etapas fenológicas, como de siembra a floración y a la madurez fisiológica (Rosales, Ochoa y Acosta, 2001).

Cuadro 1. Rendimiento (ton ha⁻¹) de cuatro genotipos de frijol pinto con riego en dos fechas de siembra, en el Valle del Mayo, Sonora. INIFAP 2018

Línea o variedad	22 de septiembre de 2017	7 de octubre de 2017	Media (Vars.)	Interacción Fecha x variedad	Diferencia
Pinto San Rafael	3.938 a ⁺	2.089 b	3.013 a	**	1.849
Pinto Chase	3.521 b	2.078 b	2.800 b	**	1.443
Pinto Saltillo	3.044 c	2.237 ab	2.640 b	**	807
Pinto Bill-Z	2.444 d	2.385 a	2.415 c	**	59
Media (Fechas)	3.237 a⁺⁺	2.197 b			

DMS entre fechas (0.05)=0.219; DMS vars a través de fechas (0.05)= 0.211; DMS dentro de vars. (0.05)=0.211

(+) Medias con igual letra en el sentido de las columnas no son diferentes (p<0.05).

(++) Medias con igual letra en el sentido de las hileras no son diferentes (p<0.05).

** Significativo (p> 0.05); ns, no significativo

Cuadro 2. Peso de 100 semillas (g) de cuatro genotipos de frijol pinto con riego en dos fechas de siembra, en el Valle del Mayo, Sonora. INIFAP 2018.

Línea o variedad	22 de septiembre de 2017	7 de octubre de 2017	Media (Vars.)	Interacción Fecha x variedad	Diferencia
Pinto San Rafael	44.5 a ⁺	34.5 a	39.5 a	**	10
Pinto Chase	41.6 b	35.8 a	38.7 a	**	5.8
Pinto Saltillo	38.3 c	31.7 b	34.5 b	**	6.6
Pinto Bill-Z	37.4 c	35.6 a	36.9 a	**	1.8
Media (Fechas)	40.4 a ⁺⁺	34.4 b			

DMS entre fechas (0.05)=3.353; DMS vars a través de fechas (0.05)= 2.745; DMS dentro de vars. (0.05)=2.745

(+) Medias con igual letra en el sentido de las columnas no son diferentes (p<0.05).

(++) Medias con igual letra en el sentido de las hileras no son diferentes (p<0.05).

** Significativo (p> 0.05); ns, no significativo

Cuadro 3. Variables agronómicas y reacción a enfermedades de cuatro variedades de frijol pinto en dos fechas de siembra en el sur de Sonora. INIFAP 2018

Genotipo	Días de emergencia		Altura de planta (cm)		Días de inicio de flor		Días de madurez		Reacción a roya*		Reacción a bacteriosis**	
	1a FS	2a FS	1a FS	2a FS	1a FS	2a FS	1a FS	2a FS	1a FS	2a FS	1a FS	2a FS
Pinto San Rafael	6	7	54	47	42	38	113	112	1	1	1	1
Pinto Chase	6	7	50	48	40	35	109	94	1	5	1	7
Pinto Saltillo	5	6	65	45	40	35	104	108	1	4	1	1
Pinto Bill-Z	6	7	47	48	40	37	102	95	4	5	5	1

*Escala 1 a 5; Donde 1 = 0 daño y 5= Más de 50% de daño.

** Escala 0 A 9 Donde 0 = Sin daño, 9 Más de 90% de daño. FS=Fecha de siembra.

Varios autores han señalado la interacción de rendimiento con condiciones de clima y ambientes en las variedades de frijol (Valenzuela, 1985; Rosales, Ochoa y Acosta, 2001; Padilla, Reyes, Lara y Pérez, 2012).

En el Cuadro 3 se puede notar que la siembra temprana de frijol pinto; en general, escapa a la incidencia de enfermedades. Solamente P. San Rafael mostró resistencia a roya y a bacteriosis en ambas fechas de siembra. Las altas temperaturas (>36 °C) retrasaron el inicio de floración. Las variedades P. Chase, P. Saltillo y Bill-Z, mostraron mayor susceptibilidad a roya al retrasar la fecha de siembra. Lo anterior coincide con Valenzuela (1985) quien reportó que el retraso en la siembra de variedades de frijol pinto susceptibles a roya (*Uromyces appendiculatus* *pv. phaseoli*) disminuyen su rendimiento debido a que su ciclo reproductivo coincide con temperaturas bajas y alta humedad ambiental que favorecen el desarrollo del patógeno causante de la roya.

4. Conclusiones

La mejor respuesta varietal en otoño-invierno en el sur de Sonora se observó con la variedad pinto San Rafael que fue superior en 12.4% al testigo Pinto Bill-Z.

- Las variedades de frijol pinto redujeron significativamente su rendimiento y el tamaño del grano al retrasar la fecha de siembra.
- Se corroboró que el retraso en la siembra de variedades de frijol pinto susceptibles a roya (*Uromyces appendiculatus* *pv.* *phaseoli*) disminuyen su rendimiento debido a que su ciclo reproductivo coincide con temperaturas bajas y alta humedad ambiental que favorecen el desarrollo del patógeno causante de la roya.

Referencias

1. Acosta G. J. A., Y. Jiménez H., V. Montero T., S. H. Guzmán M. y J. L. Anaya L. 2016. San Rafael, nueva variedad de frijol pinto de reacción neutral al fotoperiodo para el centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.7: 717-722.
2. Padilla V., I., N. Castillo T., J.A. Ramírez A., I. Armenta C., F. Cabrera C., M. Madrid C., y J. E. Ortiz E. 2009. Manual para la producción de frijol en el sur de Sonora. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Valle del Yaqui. Folleto Técnico No. 69, pp. 27-30.
3. Padilla B., L. E., E. Reyes R., A. Lara H. y O. Pérez V. 2012. Competitividad, eficiencia e impacto ambiental de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Zacatecas México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 3 (6): 1187-1201.
4. Ramírez A., J.A., I. Padilla V., X. M. Ochoa E. y L. Montoya C. 2015. Manejo del tizón común del frijol en el sur de Sonora. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Norman E. Borlaug. Folleto Técnico No 98. 24p.
5. Rosales S. R., R. Ochoa M. y J. A. Acosta G. 2001. Fenología y rendimiento del frijol en el altiplano de México y su respuesta al fotoperiodo. *Agrociencia* Vol. 35 (5): 513-523.
6. Valenzuela L. J., 1985. Parámetros de estabilidad para el rendimiento de variedades de frijol *Phaseolus vulgaris* L. en cuatro fechas de siembra. *Agricultura Técnica en México*. Vol. 11 (2): 185-200.

Evaluación Del Herbicida Mesosulfurón + Iodosulfurón + Tiencarbazona (Atlantis TCM) En Mezcla Con Latifolicidas En Trigo En El Sur De Sonora, México

Tamayo-Esquer Luis Miguel¹, García-Gerardo Juan José², Tamayo-Peñúñuri Luis Miguel³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

tamayo.luismiguel@inifap.gob.mx

²Bayer de México y 3. Corteva Agriscience México

Resumen

El manejo de maleza en trigo, requiere de herbicidas eficaces, por lo que se evaluó mesosulfurón + iodosulfurón + tiencarbazona (Atlantis TCM) mezclado con latifolicidas, para eficacia, selectividad y rendimiento, en el valle del Yaqui, Sonora; aplicando 1.0 LHa⁻¹ de mesosulfurón + iodosulfurón (Sigma Forte) y 333 GHa⁻¹ de Atlantis TCM mezclados con dos latifolicidas: fluroxipir + halauxifen 0.5 LHa⁻¹ (Pixxaro) y tritosulfurón + dicamba 200 GHa⁻¹ (Condraz), además de los testigos regional (Sigma Forte + fluroxipir "Starane Ultra" 1.0 + 0.5 LHa⁻¹) y sin aplicación. Se evaluó el control 15, 30, y 45 dda y su rendimiento; analizándose estadísticamente (Tukey's P<0.05). El control de gramíneas con Sigma Forte y Atlantis TCM en mezcla con latifolicidas y el testigo regional, fue suficiente en la práctica 15 y 30 dda (>87.5%); pero sólo Atlantis TCM con ambos latifolicidas y el testigo regional mantuvieron este control 45 dda, donde Sigma Forte registró solo un control medio (<87.5%). La maleza latifolia, se controló suficiente en la práctica tanto con Pixxaro como con Condraz, mezclados con Sigma Forte y Atlantis TCM desde 15 hasta 45 dda, incluyendo al testigo regional. El mayor rendimiento corresponde a Atlantis TCM + Pixxaro (8,125 Kha⁻¹), seguido de Atlantis TCM + Condraz (7,34.5 Kha⁻¹), de Sigma Forte + Condraz (6,875.2 Kha⁻¹), de Sigma Forte + Pixxaro (6,429.8 Kha⁻¹), de los testigos regional (6,703.3 Kha⁻¹) y sin aplicación (1,195.5 Kha⁻¹).

Palabras Clave: Maleza, Herbicidas, Postemergencia.

Abstract

The management of weeds in wheat requires effective herbicides, so mesosulfuron + iodosulfuron + thiencazone (Atlantis TCM) mixed with broad leaf herbicides, for efficiency, selectivity and yield, was evaluated in the Yaqui Valley, Sonora; applying 1.0 LHa⁻¹ of mesosulfuron + iodosulfuron (Sigma Forte) and 333 GHa⁻¹ of Atlantis TCM mixed with two broad leaf herbicides: fluroxipir + halauxifen 0.5 LHa⁻¹ (Pixxaro) and tritosulfuron + dicamba 200 GHa⁻¹ (Condraz), in addition to The regional controls (Sigma Forte + fluroxipir "Starane Ultra" 1.0 + 0.5 LHa⁻¹) and without application. The control 15, 30, and 45 daa and their yield were evaluated; statistically analyzed (Tukey's P <0.05). The control of grasses with Sigma Forte and Atlantis TCM in mixture with latifolicides and the regional control, was sufficient in practice 15 and 30 daa (> 87.5%); but only Atlantis TCM with both broad leaf herbicides and the

regional control maintained this control 45 daa, where Sigma Forte registered only a medium control (<87.5%). The broad leaf weed was controlled in practice with both Pixxaro and Condraz, mixed with Sigma Forte and Atlantis TCM from 15 to 45 daa, including the regional control. The highest performance corresponds to Atlantis TCM + Pixxaro (8,125 Kha⁻¹), followed by Atlantis TCM + Condraz (7,34.5 Kha⁻¹), by Sigma Forte + Condraz (6,875.2 Kha⁻¹), by Sigma Forte + Pixxaro (6,429.8 Kha⁻¹), of the regional witness (6,703.3 Kha⁻¹) and without application (1,195.5 Kha⁻¹).

Key words: Weed, Herbicides, Postemergence.

1. Introducción

Los herbicidas son una alternativa importante en el manejo de maleza, como lo indica el mercado mundial de plaguicidas con más de 40 millones de dólares; donde el 48% fueron herbicidas, 25% fungicidas, 23% insecticidas y 3% otros (McDougall, 2008). Se espera una tasa de crecimiento anual de 5.79% del mercado global de plaguicidas para 2017-22, donde crecerán con una tasa de 5.88% los herbicidas, seguido de los fungicidas (Anónimo, 2017). El problema de maleza en el sur de Sonora va en aumento y es de los principales factores que limitan la producción de trigo; además, el cambio climático ha contribuido a afectar la eficacia y selectividad de herbicidas, por estrés del cultivo y maleza (Tamayo-Esquer y Tamayo Peñuñuri, 2015). Especies como avena silvestre, malva, chuales, cuentan con una etapa óptima de control muy breve; siendo difícil controlarlas con aplicaciones tardías, afectando el rendimiento y calidad del trigo (Tamayo-Esquer, 2001). Resultados de investigación, indican que se requiere de solo 1.0 lha⁻¹ de Sigma Forte para un buen control de avena silvestre desde 15 dda y de 30 para alpistillo, requiriéndose hasta 45 dda para el testigo regional (pinoxaden + clodinafop); aunque para alpistillo, el efecto fue sólo considerado como suficiente en la práctica (Tamayo-Esquer y Tamayo Peñuñuri, 2015).

Se requiere integrar control cultural y químico para el manejo de maleza con productos eficaces y selectivos al trigo; por lo que se considera en los objetivos del evaluar la eficacia de mezclas de Atlantis TCM con formulaciones de latifolicidas, para el control del complejo de maleza, así como su posible fitotoxicidad sobre el rendimiento.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en el valle del Yaqui, Sonora, México, aplicándose en postemergencia tardía mesosulfurón + iodosulfurón (Sigma Forte) y mesosulfurón + iodosulfurón + tiencarbazona (Atlantis TCM) en mezcla con latifolicidas, sobre el complejo de maleza en trigo; para lo que se usó la variedad CIRNO C2008, en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de ocho surcos a 0.80 m. de separación por 50 m. de largo; considerándose cuatro repeticiones. Se evaluaron tratamientos con 1.0 LHa⁻¹ de mesosulfurón + iodosulfurón y 333 GHa⁻¹ de mesosulfurón + iodosulfurón + tiencarbazona en mezcla con los latifolicidas comerciales de la región: fluroxipir + halauxifen 0.5 l/ha (Pixxaro), y

tritosulfurón + dicamba 200 g/ha (Condraz). Además, de una dosis del testigo regional con mesosulfurón + iodosulfurón + fluroxipir (1.0 + 0.5 LHa⁻¹ (Sigma Forte + Starane Ultra), comparadas con un testigo sin aplicación. Se usó una aspersora terrestre comercial, con boquillas Tee-Jet 8002; para un volumen de agua de 200 l/ha. Se evaluó el porcentaje de control 15, 30, y 45 días después de la aplicación (dda); realizándose un análisis de varianza y una prueba de separación de medias (Tukey's $P < 0.05$) para establecer su eficacia biológica.

3. Resultados y discusión

En el Cuadro 1, se presentan los resultados del control de avena y alpistillo (*Avena fatua* L. y *Phalaris* spp.), donde 15 dda se registró un control suficiente en la práctica (>87.5%: Escala de la EWRS) con cualquiera de los tratamientos que incluyen a Sigma Forte y Atlantic TCM (90 a 92.5%) en mezcla con los latifolicidas Pixxaro y Condraz, incluyendo al testigo regional. En el caso de maleza latifolia (mostaza negra *Brassica nigra* L., chuales *Chenopodium* spp y malva *Malva parviflora* L.) el control fue de 92.5%, para los diferentes tratamientos, incluyendo al testigo regional; considerados suficientes en la práctica. Los análisis no muestran diferencias significativas entre tratamientos herbicidas, por lo que se considera que desde 15 dda, se controla suficientemente el complejo de maleza gramínea y latifolia con los diferentes tratamientos evaluados. Para los 30 dda, se registra en el caso de maleza gramíneas entre 89 y 92.5% de control (Cuadro1), así como para maleza latifolia (92.5%); indicando un efecto considerado como suficiente en la práctica. Por lo que, con cualquiera de los tratamientos de Sigma Forte y Atlantic TCM en mezcla con los latifolicidas evaluados, se controlan ambos tipos de maleza de manera suficiente 30 dda, incluyendo al testigo regional.

Para los 45 dda, la maleza gramínea registró un control suficiente (89%) sólo con la mezclas de Atlantic TCM con Pixxaro y Condraz y con el testigo regional (87.5%); donde Sigma Forte con ambos latifolicidas, registraron sólo un control medio (82.5 a 86.5%). Para el caso de maleza latifolia, el control se mantuvo suficiente (92.5%) con cualquiera de los tratamientos, incluyendo al testigo regional. Lo que indica, que la maleza gramínea sólo se mantuvo controlada de manera suficiente con Atlantic TCM + Pixxaro y Condraz, y el testigo regional; con Sigma Forte, se registró solo un control medio de gramíneas (>80%), aunque en maleza latifolia, cualquiera de los tratamientos consigue mantener un control suficiente hasta los 45 dda. En la evaluación efectuada a tanto 15 como 30 dda, no se registró fitotoxicidad en ninguno de los tratamientos evaluados; lo que demuestra, que no pueden reflejarse en el rendimiento de trigo.

El Cuadro 2, presenta el rendimiento de trigo como resultado de la eficacia de las mezclas evaluadas; donde para el caso de Sigma Forte + Pixxaro, se registró un rendimiento de 6,429.8 Kha⁻¹, para Sigma forte + Condraz de 6,875.2 Kha⁻¹, para Atlantic TCM + Pixxaro de 8,125 Kha⁻¹ y Atlantic TCM + Condraz de 7,734 Kha⁻¹; es decir 95.9, 102.5, 121.2 y 115.4 por ciento con respecto al testigo regional que rindió 6,703.3 Kha⁻¹, el sin aplicación registró 1,195.3 Kha⁻¹, implicando 82.2 por ciento de reducción con respecto al regional. Lo anterior indica que aunque

las diferencias no fueron significativas entre tratamientos, el más alto rendimiento corresponde a la mezcla de Atlantic TCM + Pixxaro, seguido de Atlantic TCM + Condraz, de Sigma Forte + Condraz, de Sigma Forte + Pixxaro, del testigo regional y finalmente del testigo sin aplicación que fue afectado de manera muy significativa, con respecto a los tratamientos con herbicidas.

Cuadro 1. Control de maleza como resultado de mezclas de “atlantic tcm” con latifolicidas postemergentes en trigo en el sur de Sonora. Ciclo otoño-invierno 2017-18

N° de tratamiento	% control de avena silvestre y alpiñillo			% control de mostaza, chuales y malva		
	15	30	45	15	30	45
1 Sigma Forte* + Pixxaro** (0.5 + 0.5 l/ha)	92.5 a	89.0 a	86.5 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
2 Sigma Forte + Condraz*** (0.5 l + 200 g/ha)	91.3 a	92.5 a	82.5 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
3 Atlantic TCM**** + Pixxaro (333 g + 0.5 l/ha)	91.5 a	92.5 a	89.0 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
4 Atlantic TCM + Condraz (333 + 200g)	90.0 a	92.5 a	89.0 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
5 Testigo Regional*****	92.5 a	92.5 a	87.5 a	92.5 a	92.5 a	92.5 a
6 Testigo sin aplicación	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
Tukey's P<0.05=	1.433	1.364	1.776	1.318	1.318	1.318

*Mesosulfurón + iodosulfurón; ** fluroxipir + halauxifen; *** tritosulfurón + dicamba; **** mesosulfurón + iodosulfurón + tiencarbazona; *****mesosulfurón + iodosulfurón + fluroxipir (1.0 + 0.5 l/ha).

Cuadro 2. Rendimiento de trigo como resultado de mezclas de “atlantic tcm” con latifolicidas postemergentes al cultivo para el control de maleza en el sur de Sonora. Ciclo otoño-invierno 2017-18

N° de tratamiento	Rendimiento k/ha	Respecto al testigo (%)
1 Sigma Forte* + Pixxaro** (0.5 + 0.5 l/ha)	6,429.8 a	95.9
2 Sigma Forte + Condraz*** (0.5 l + 200 g/ha)	6,875.2 a	102.6
3 Atlantic TCM**** + Pixxaro (333 g + 0.5 l/ha)	8,125.0 a	121.2
4 Atlantic TCM + Condraz (333 + 200g)	7,734.5 a	115.4
5 Testigo Regional*****	6,703.3 a	--
6 Testigo sin aplicación	1,195.5 b	17.8
Tukey's P<0.05=	363.3	--

*Mesosulfurón + iodosulfurón; ** fluroxipir + halauxifen; *** tritosulfurón + dicamba; **** mesosulfurón + iodosulfurón + tiencarbazona; *****mesosulfurón + iodosulfurón + fluroxipir (1.0 + 0.5 l/ha).

4. Conclusiones

Considerando las condiciones particulares bajo las cuales se llevó a cabo el presente ensayo, se pueden deducir las siguientes Conclusiones: El control de gramíneas con Sigma Forte y Atlantic TCM en mezcla con latifolicidas y el testigo regional, fue suficiente en la práctica 15 y 30 dda; pero sólo Atlantic TCM con ambos latifolicidas y el testigo regional mantuvieron este nivel de control hasta los 45 dda, el resto presentaron solo un control medio. La maleza latifolia, fue controlada suficientemente en la práctica tanto con Pixxaro como con Condraz en mezcla con Sigma Forte y Atlantic TCM desde 15 hasta 45 dda, incluyéndose el testigo regional. Tanto 15 como 30 dda, ninguna de las mezclas de Sigma Forte y Atlantic TCM con los latifolicidas evaluados, ni con el testigo regional; se registraron efectos aparentes de fitotoxicidad en el cultivo de trigo, que pudiera reflejarse en su rendimiento. El mayor rendimiento corresponde a Atlantic TCM + Pixxaro (8,125 Kha⁻¹), seguido de Atlantic TCM + Condraz (7,34.5 Kha⁻¹), de Sigma Forte + Condraz (6,875.2 Kha⁻¹), de Sigma Forte + Pixxaro (6,429.8 Kha⁻¹), del testigo regional (6,703.3 Kha⁻¹) y del testigo sin aplicación (1,195.5 Kha⁻¹), siendo éste último el único con diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

Referencias

1. Anónimo, 2017. Mercado de los químicos para la protección de cultivos (pesticidas). <http://agriculturers.com/mercado-de-los-quimicos-para-proteccion-de-cultivos/>
2. McDougall. P. 2008. Crop protection and biotechnology consultants. www.phillipsmcdougall.com
3. Tamayo Esquer L. M. 2001. Manejo integrado de maleza en trigo para el noroeste de México. Folleto técnico no. 42. . CEVY-CIRNO-INIFAP, México.
4. Tamayo-Esquer, L. M. y L. M. Tamayo-Peñúñuri 2015. Evaluación del tratamiento a la semilla, mezclas de herbicidas y fungicidas en el cultivo de trigo en el valle del Yaqui, Sonora, México. Otoño-Invierno 2014-15. Memoria del XVIII congreso internacional de ciencias agrícolas. UABC-ICA Mexicali, B. C. México.
5. Tamayo-Esquer, L. M. y L. M. Tamayo-Peñúñuri 2016. Eficacia del herbicida iodosulfurón + mesosulfurón “Sigma Forte” en postemergencia del trigo en el sur de Sonora, México. Ciclo agrícola Otoño-Invierno 2015-16. Memoria del XIX Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. UABC-ICA Mexicali, B. C. México.

Diversidad De Artrópodos Asociados A Algodón Bt Y Convencional (*Gossypium Hirsutum L.*) En El Valle De Mexicali B.C.

Torres-Bojórquez Ariana Isabel¹, Cruz-Villegas Manuel², González-Ruiz Andrés², Murillo-Ramírez José Ulises², Garzón-Tiznado José Antonio², Nuñez-Ramírez Fidel¹

¹Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California
torres.ariana@uabc.edu.mx

²Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa

³INIFAP Campo Experimental Mexicali

Resumen

Los cultivos genéticamente modificados (GM) fueron creados con el objetivo de mejorar sus características agronómicas tales como la resistencia a insectos o la tolerancia a herbicidas, como por ejemplo el algodón Bt. En este caso, los principales beneficios son percibidos por el agricultor a través de la simplificación en el manejo, aumento indirecto del rendimiento y disminución de los costos de producción. Sin embargo, existen incertidumbres sobre sus posibles efectos sobre los artrópodos benéficos asociados al cultivo de algodón. En el presente estudio se evaluó la diversidad de la artropofauna asociada al agroecosistema algodón Bt y convencional en el Valle de Mexicali, en la temporada de cultivo 2017, en el periodo comprendido entre mayo y julio. Se capturaron artrópodos mediante el muestreo con red de golpeo, su diversidad fue evaluada mediante el uso de los índices de Margalef y Shannon; se colectaron 2943 individuos, agrupados en 16 familias y seis órdenes; el orden más abundante fue Hemiptera. La biodiversidad según el índice de Margalef en ambos cultivos fue similar con una riqueza de $OD=6.56$ para el algodón Bt y 6.50 para el convencional, sin embargo no hubo diferencia significativa entre ambos. La diversidad de especies según el índice de Shannon fue mayor en el algodón convencional, con un índice de 3.91 versus 3.76 para el algodón transgénico, sin encontrarse diferencias estadísticas entre ambos valores. Los resultados mostraron que la diversidad de artrópodos para cultivos transgénico y convencional no fue diferente y no se observaron diferencias significativas entre ambos genotipos.

Palabras Clave: *Bacillus thuringiensis*, *Gossypium hirsutum*, artrópodos.

Abstract

Genetically modified crops (GM) were created to improve their agronomic features such as resistance to certain insects and herbicide tolerance, such as Bt Cotton. In this case its benefits are perceived by the producer through the management ease, yield improvement and decrease of production costs. However, uncertainties arise about its possible effects on the beneficial arthropods associated with the cotton crop. In this research, the diversity of associated arthropofauna to the Bt cotton and Non-Bt cotton agroecosystem in the Mexicali Valley was

evaluated, on the crop season of 2017, in the period between May and July. Arthropods were collected using entomological beat nets, its diversity was evaluated through the Margalef and Shannon indexes; 2943 individuals were collected, grouped into 16 families and six orders; the most abundant order was Hemiptera. The biodiversity according to Margalef index in both crops was similar with a richness of $OD=6.56$ to Bt cotton and 6.50 to Non-Bt cotton, however, there was no statistically difference among them. The diversity of species according to Shannon index was bigger in the Non-Bt cotton, with an index of 3.91 versus 3.76 for the Bt cotton, without significant difference between both values. The results shown that the arthropod diversity was similar and there were no significant differences between both genotypes.

Key words: *Bacillus thuringiensis*, *Gossypium hirsutum*, arthropods.

1. Introducción

Los cultivos genéticamente modificados (GM) fueron creados con el objetivo de mejorar sus características agronómicas tales como la resistencia a insectos o la tolerancia a herbicidas, por ejemplo, el algodón Bt. El algodón Bt presenta la bacteria del suelo (*Bacillus thuringiensis*) como fuente de toxina insecticida, esta cepa presenta diferentes efectos en su actividad hacia insectos plagas y constituye una reserva de genes que codifican para proteínas insecticidas (Silva, 2005). Por otro lado, los insectos plaga representan un factor limitante para la producción de fibra de algodón en la región algodonera de Mexicali y se caracterizan por causar daños directos a botones florales, cuadros y bellotas (INIFAP, 2010), situación que obliga al agricultor a un manejo constante de su densidad poblacional. En este sentido, el uso de algodón Bt, reduce el uso de insecticidas para el control de plagas de lepidópteros. En este caso, los principales beneficios son percibidos por el agricultor a través de la simplificación en el manejo, aumento indirecto del rendimiento y disminución de los costos de producción. Sin embargo, existen incertidumbres sobre sus posibles efectos sobre los artrópodos benéficos asociados al cultivo de algodón. Debido a la importancia de la tecnología transgénica en el cultivo de algodón, es necesario realizar evaluaciones para conocer su comportamiento agronómico, efectividad biológica, los beneficios que aporta y, que a su vez, permitan descartar posibles efectos sobre las poblaciones de organismos no blanco y el agroecosistema. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la artropofauna en agroecosistemas de algodón transgénico y convencional para establecer si existen diferencias en su diversidad cuando se implementa esta tecnología.

2. Materiales y métodos

Sitio de estudio. El ensayo se estableció en el lote 223 del ejido Sonora, Mexicali, B.C. con coordenadas geográficas 32.25512 N, 115.20026 O en suelo arcillo-arenoso. El sitio de estudio se estableció a una distancia de 100 m entre las siembras de algodón biotecnológico y posibles poblaciones de algodón silvestre. Asimismo, el predio de algodón biotecnológico se ubicó a una distancia mayor de 1 km de cualquier área natural protegida (ANP).

Toma de datos. Se colectaron artrópodos en lotes comerciales de algodón Bt y convencional. El material vegetal evaluado fue: FM 989 como material convencional y FM 2334 GLT como algodón Bt, ambos genotipos comparten características similares en el desarrollo del cultivo y son de maduración intermedia.

Muestreo. Se realizó la captura de artrópodos aéreos y en estratos herbáceos, con el uso de redes entomológicas. Se llevaron a cabo semanalmente, desde la etapa vegetativa V6-V7 hasta la apertura de capullos, efectuando 100 golpes de red por material (25 golpes de red por punto de muestreo) por fecha de evaluación, utilizando la técnica desarrollada por Noyes (1982). Este tipo de muestreo se enfocó principalmente al monitoreo de adultos de los artrópodos plaga, así como también, insectos benéficos.

Identificación del material biológico. Todos los artrópodos colectados en los diferentes métodos de muestreos fueron colocados en frascos de plástico, con tapón de rosca, conteniendo alcohol al 70%, los cuales fueron debidamente etiquetados para su posterior identificación y cuantificación. Las muestras colectadas fueron identificadas taxonómicamente con ayuda del estereoscopio (AmScope) y utilizando claves taxonómicas (Borror y White, 1998; Triplehorn y Johnson, 2005); para su conservación, las muestras fueron almacenadas en un refrigerador a 4°C; todo lo anterior, se llevó a cabo en el laboratorio de Entomología del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California.

Análisis de datos. El análisis de la diversidad de artrópodos se realizó estimando los índices ecológicos de biodiversidad de Margalef, que se entiende como una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, y por otra parte, estimando el índice de Shannon, que nos permite inferir sobre los niveles de riqueza y de diversidad de artrópodos entre y dentro de especies y, con base en ello, comparar el impacto de cada tecnología GM en comparación con la tecnología Convencional.

Medida de diversidad. El tipo de diversidad usado es E- diversidad, el cual refiere a la diversidad de especies dentro de una comunidad o hábitat. El índice de diversidad fue calculado utilizando el índice Shannon – Wiener (1949):

$$\text{Índice de Diversidad} = H = - \sum P_i \ln P_i$$

$$\text{Donde } P_i = S / N$$

S = número de individuos de una especie, N = total de individuos en la muestra, ln = logaritmo a base e

Medida de riqueza de especies. El índice de Margalef fue usado como medida simple para riqueza de especies (Margalef, 1958).

$$\text{Índice de Margalef} = (S - 1) / \ln N$$

S = número total de especies, N = número total de individuos en la muestra, ln = logaritmo natural

Los resultados obtenidos fueron comparados con una prueba de T, para determinar las posibles diferencias estadísticas entre los materiales, utilizando el programa estadístico SAS v8.1.

3. Resultados y discusión

A lo largo de los muestreos, se colectaron 2943 individuos en total, agrupados en 16 familias y seis órdenes; el orden más abundante fue Hemíptera (Cuadro 1). El índice ecológico de biodiversidad de Margalef, que se entiende como una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, en el presente estudio dio como resultado que en ambos cultivos fue similar, con una riqueza de 6.56 para el algodón Bt y 6.50 para el convencional (Cuadro 2), sin embargo no hubo diferencia significativa entre ambos, lo que representa un comportamiento similar entre las tecnologías GM y la Convencional.

La diversidad de especies según el índice de Shannon fue mayor en el algodón convencional, con un índice de 3.91 versus 3.76 para el algodón transgénico, sin encontrarse diferencias estadísticas entre ambos valores (Cuadro 2). El índice de Shannon, se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. En nuestro estudio, la mayor diversidad de especies, se registró en el algodón convencional, sin embargo, ambos ecosistemas registraron un valor mayor de 3, por lo que se consideran altos en diversidad de especies.

Cuadro 1. Media poblacional de familias de artrópodos asociadas a algodonoero Transgénico y Convencional, en el Valle de Mexicali B.C. Ciclo agrícola 2017

TTO*	Familias								
	Reduviidae	Nabidae	Miridae	Antocoridae	Geocoridae	Cicadellidae	Aleyrodidae	Thripidae	Chrysopidae
	Muestreo 1 - 20 de mayo de 2017								
AC	0.5	0.25	N/P	0.25	N/P	1.25	11.25	N/P	0.75
AT	0.5	0.25	N/P	0.25	N/P	1.5	10	N/P	0.75
	Muestreo 2 – 27 de mayo de 2017								
AC	0.5	0.5	N/P	0.25	N/P	1.5	15	N/P	0.5
AT	0.5	0.25	N/P	0.25	N/P	1.5	15.25	N/P	0.5
	Muestreo 3 – 03 de junio de 2017								
AC	0.25	0.25	1	0.25	N/P	1.75	15.25	1.5	0.75
AT	0	0.25	0.75	0.25	N/P	1.5	14.25	1.5	1

TTO*	Familias								
	Reduviidae	Nabidae	Miridae	Antocoridae	Geocoridae	Cicadellidae	Aleyrodidae	Thripidae	Chrysopidae
	Muestreo 4 – 10 de junio de 2017								
AC	0.25	N/P	0.25	N/P	0.5	1.75	24.5	N/P	1.25
AT	0.25	N/P	0.25	N/P	0.25	1.5	23.75	N/P	1
	Muestreo 5 – 17 de junio de 2017								
AC	N/P	N/P	0.25	N/P	0	1.75	26.5	N/P	1.5
AT	N/P	N/P	0.5	N/P	0.5	1.5	26.5	N/P	1.5
	Muestreo 6 – 24 de junio de 2017								
AC	N/P	N/P	1.25	1.25	0.5	1.25	23	N/P	0.75
AT	N/P	N/P	1.5	0.75	0.25	1.5	23.5	N/P	1
	Muestreo 7 – 30 de junio de 2017								
AC	N/P	0.25	N/P	0.5	0.25	0.5	8	0.25	0.75
AT	N/P	0.75	N/P	0	0.25	0.25	6.75	0.5	0.75
	Muestreo 8 – 07 de julio de 2017								
AC	N/P	0.25	N/P	0.25	0.5	0.5	9.5	2.25	0.75
AT	N/P	0.25	N/P	0.25	0.25	0.25	9.25	1.75	0.75
	Muestreo 9 – 14 de julio de 2017								
AC	N/P	0.25	1.25	0.5	0.25	0.5	8	0.25	0.75
AT	N/P	0.75	1.25	0	0.25	0.25	6.75	0.5	0.75

TTO*	Familias								
	Braconidae	Asilidae	Araeae	Cantharidae	Cara-bidae	Chryso-melidos	Noctu-idae	IS*	IM*
	Muestreo 1 – 20 de mayo de 2017								
AC	0.5	N/P	N/P	N/P	0.5	0.75	N/P	1.24	1.92
AT	0.75	N/P	N/P	N/P	0.75	0.75	N/P	1.38	1.93
	Muestreo 2 – 27 de mayo de 2017								
AC	0.5	N/P	0.25	N/P	0.75	0.5	N/P	1.04	2.04
AT	0.25	N/P	0.25	N/P	0.75	0.5	N/P	1.06	2.05
	Muestreo 3 – 03 de junio de 2017								
AC	0.75	0.25	0.25	0.25	0.75	0.25	N/P	1.45	2.86
AT	0.75	0.25	0.25	0.25	0.5	0.25	N/P	1.41	2.68
	Muestreo 4 – 10 de junio de 2017								
AC	0.25	0.25	0.25	0.25	1	N/P	0.5	1.29	2.66

TTO*	Familias								
	Braconidae	Asilidae	Araenae	Cantharidae	Cara-bidae	Chrysomelidos	Noctuidae	IS*	IM*
AT	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5	N/P	0.25	1.19	2.69
	Muestreo 5 – 17 de junio de 2017								
AC	0.25	N/P	0.25	0.25	0.25	N/P	0.25	1	2.04
AT	0.25	N/P	0.5	0.5	0.5	N/P	0.5	0.97	2.35
	Muestreo 6 – 24 de junio de 2017								
AC	0.25	N/P	1.75	0.5	0.25	N/P	0.25	1.32	2.25
AT	0.25	N/P	1.75	0.25	0.25	N/P	0	1.2	2.05
	Muestreo 7 – 30 de junio de 2017								
AC	0.25	N/P	2.5	N/P	0.5	1.75	0.5	1.79	2.18
AT	0.25	N/P	2.5	N/P	0	1.25	0	1.75	2.32
	Muestreo 8 – 07 de julio de 2017								
AC	0.25	N/P	1.5	N/P	0.25	0.25	N/P	1.59	2.59
AT	0.25	N/P	1.5	N/P	0.5	0.25	N/P	1.69	2.63
	Muestreo 9 – 14 de julio de 2017								
AC	0.25	N/P	2.5	N/P	0.5	1.75	0.5	1.83	2.83
AT	0.25	N/P	2.5	N/P	0	1.25	0	1.75	2.21

*TTO=Tratamiento: AC=Algodón Convencional, AT=Algodón Transgénico. N/P=No presente; IS=Índice de Shannon por individual por muestreo, IM=Índice de Margalef individual por muestreo; **=Medias poblacionales con misma letra son estadísticamente iguales.

Cuadro 2. Estimación de índices de Margalef y Shannon de especies de artrópodos no blanco, entre el cultivo de algodón Transgénico y Convencional, en el Valle de Mexicali B.C. Ciclo agrícola 2017

Tecnología	Índice de Margalef Muestreo con Red de Golpeo	Índice de Shannon
TC	6.50	3.91
TFF	6.56	3.76

4. Conclusiones

Los resultados mostraron que la diversidad de artrópodos para cultivos transgénico y convencional no fue diferente y no se observaron diferencias significativas entre ambos cultivos.

Referencias

1. Borror, D. J. and White, R. E. 1998. A field guide to insects: America north of Mexico 19. Houghton Mifflin Harcourt. 860:371-420.
2. Gatehouse, J. 2008. Biotechnological prospects for engineering insectresistant plants. Plant Physiol. 146:881-887.

3. Herrera Andrade, J.L.; Guzmán Ruiz, S.C.; Loza Venegas, E. 2010. Guía para producir algodón en el Valle de Mexicali, B.C. y San Luis Río Colorado, Son. INIFAP-CIRNO. Mexicali, B.C.
4. Margalef, R. 1958. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. In: Perspectives in marine biology. Buzzati-Traverso (ed.) Univ. Calif. Press, Berkeley. Pp. 323-347.
5. Noyes, J. S. 1982. Collecting and preserving chalcid wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea). Journal of Natural History, 16: 315-334.
6. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE (SAS). User's Guide Statistic, SAS Institute, Cary, North Carolina. 646 pp. (Version 8,1). 2000.
7. Shannon, C.E. and Weiner, W. 1949. The mathematical theory of communication. Urbana, University of Illinois Press. 177p.
8. Silva, C. C. A. 2005. Algodón genéticamente modificado. AGRO-BIO. Primera edición. ISBN 958-33-8396-1. 49 p.
9. Triplehorn, C. A and Johnson, N. F. 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 7th. edition. Thomson Brooks/ Cole, Belmont, California. 864 p.

Área temática: Producción de cultivos

Uso Del Índice De Vegetación A Partir De Imágenes Aéreas Para Diagnosticar Maleza En Predios Sembrados Con Trigo

Alvarado Padilla Jorge Ivan¹, Pimentel Ramos Rigoberto², Loza Venegas Eduardo¹, Godínez Alberto², Nuño Raul², Zavala Eduardo³, Reynaga Pedro³, Bañuelos Eduar³, Rojas José Luis⁴, Martínez Juan Manel⁴, Aguilar Estebane Leobrado¹, López López Anguel², Villavicencio Othón², Roche Roberto³, Soto Ortiz Roberto⁵

¹Investigador del INIFAP. alvarado.jorge@inifap.gob.mx

²Técnicos de SEDAGRO

³Técnicos de CESVA

⁴Técnicos de SAGARPA

⁵Profesor Investigador UABC-ICA

Resumen

La presencia de maleza en los últimos años se ha incrementado y ha causado problemas en el rendimiento de grano de trigo, el cultivo de trigo al igual que la maleza generan biomasa verde, la cual puede ser medida por índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), tomando en consideración este factor fue planteado el objetivo de analizar el rendimiento de grano con respecto a la acumulación de NDVI observados con imágenes aéreas y la presencia de maleza en los predios sembrados con trigo. Durante el ciclo otoño-invierno 2017-2018 se selecciono de manera aleatoria de 28 predios agrícolas sembrados con trigo, se usaron imágenes aéreas generados por la Oficina de Información Estatal para el Desarrollo Rural Sustentable y se le aplico un factor de corrección en función de la densidad de maleza presente en los predios, al DNVI obtenido por el factor de corrección se correlaciono con el rendimiento de grano. Los resultados obtenidos nos indican que con el factor de corrección usado para la densidad poblacional de maleza fue positivo con una $R^2= 0.82$. En conclusión, el factor de corrección implementado en esta publicación nos explicó las mermas de grano obtenidas en la cosecha por efecto de la población de maleza presente en los predios agrícolas.

Palabras Clave: Maleza, Trigo y Rendimiento.

Abstract

The presence of weeds in recent years has increased and has caused problems in wheat grain yield, the wheat cultivation as well the weeds generate green biomass, which can be measured by difference normalized vegetation index (DNVI), taking into consideration this factor was raised the objective analyze the grain yield with respect to the accumulation of NDVI observed with aerial images and the presence of weeds in the fields planted with wheat. During the autumn-winter cycle 2017-2018, a random selection of 28 agricultural properties planted with wheat, used aerial images generated by the State Information Office for Sustainable Rural Development and correction factor was applied as a function of the density of weeds present in

the farms, DNVI obtained by the correpon factor correlated with the grain yield. The results obtained indicate that with the correction factor used for the population density of weeds was positive with $R^2 = 0.82$. In conclusion, the correction factor implemented in this publication explained the grain losses obtained in the harvest due to the effect of the population of weeds present in the properties agricultural.

Key words: Weeds, wheat and yield.

1. Introducción

La fuente más importante de alimentación en el mundo son los cereales, siendo el trigo una de las tres principales fuentes de nutrición en la dieta del mexicano, y además el cultivo genera un gran número de empleos que crea una importante derrama económica (Peña *et al.*, 2008). El rendimiento potencial de trigo en el Valle de Mexica, está condicionado por factores climáticos, edáficos, genéticos y manejo agronómico. Los factores de manejo agronómico que impactan directamente al rendimiento de grano son la fecha de siembra, el uso y manejo de la fertilización y control de maleza. La precia de maleza en los últimos años se ha incrementado y se puede encontrar de tipo anual y perene, de hoja ancha y angosta. Tanto el cultivo de trigo como la presencia de maleza generan biomasa verde, la cual puede ser medida por índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI por sus siglas en ingles). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue analizar el rendimiento de grano con respecto a la acumulación de NDVI observados con imágenes aéreas y la densidad de maleza presente en los predios sembrados con trigo.

2. Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó con resultados obtenidos con el grupo técnicos de trigo que está conformado por instituciones de gobierno federal (SAGARPA), gobierno estatal (SEDAGRO), instituciones de investigación (INIFAP y UABC-ICA), instituciones de regulación (SNICS Y CESVBC) y el Sistema Producto Trigo, esta información se generó durante el ciclo otoño-invierno 2017-2018 iniciando con la selección de manera aleatoria de 28 predios agrícolas sembrados con trigo. Para analizar el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), se usaron imágenes aéreas generadas por la Oficina de Información Estatal para el Desarrollo Rural Sustentable de manera quincenal (Figura 1 y Figura 2). Con estas imágenes se seleccionaron los sitios de muestreo para estimar rendimiento de grano y en los puntos de muestreo se estimó la densidad poblacional de maleza presente. Al DNVI observado en las imágenes se aplicó un factor de corrección generado por INIFAP y SEDAGRO, el cual consistió en analizar la densidad poblacional de maleza y darle valores de 0.99 a predios libres de maleza y 0.50 a predios con alta densidad de maleza, los predios con densidad de maleza de medianamente a alta o de medianamente baja se agruparon entre estos dos valores que fueron los extremos. Al DNVI con el factor de corrección se correlaciono con el rendimiento promedio obtenido en el predio.

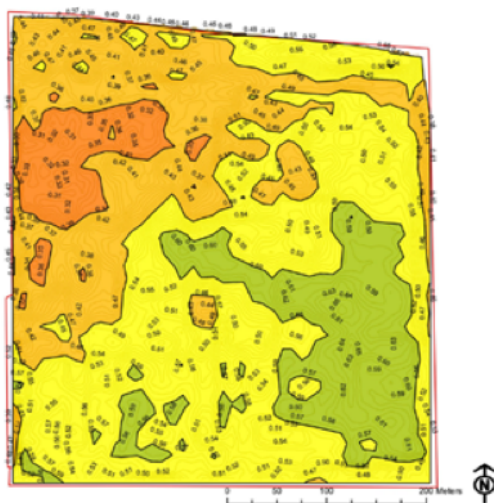


Figura 1. Predio con heterogeneidad en acumulación de DNVI

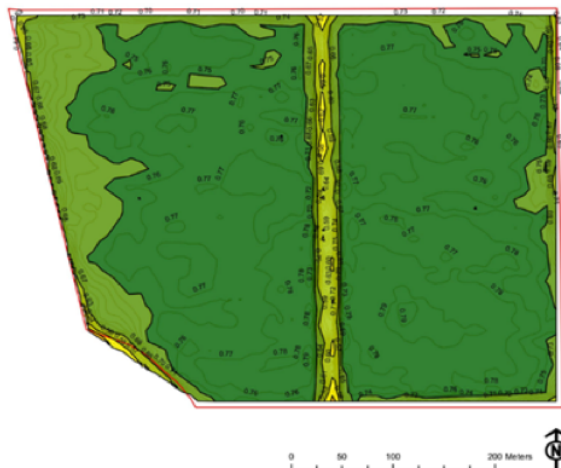


Figura 2. Predio con homogeneidad en acumulación de DNVI

3. Resultados y discusión

El rendimiento promedio de grano en los 28 predios fue de 6.02 ton ha⁻¹ y analizando las imágenes aéreas se identifica que la imagen del 17 de marzo de 2018 se encuentra la mayor acumulación de biomasa medida en función de DNVI con un promedio de 0.76, en estas fechas las plantas de trigo se encontraban en la etapa fenológica de espigamiento y antesis, etapa en la que fisiológicamente acumulan su mayor biomasa, sin embargo, la correlación entre DNVI y rendimiento no era negativa y esto nos indica que el factor de densidad de maleza presente en los predios incide para el rendimiento de grano. Al aplicar el factor de corrección en función de la densidad poblacional de maleza, este valor promedio de DNVI se ajusta a 0.52 el cual fue correlacionado positivamente con el rendimiento de grano con una $R^2=0.82$, esto significa que aplicando el factor de corrección a mayor acumulación de biomasa el rendimiento se incrementa y el efecto por competencia de espacio, nutrientes y agua es discriminado por el factor de corrección (Figura 3). López 2013, encontró que el factor de maleza con mayor acumulación de DNVI en predios sembrados con maíz fue en etapas

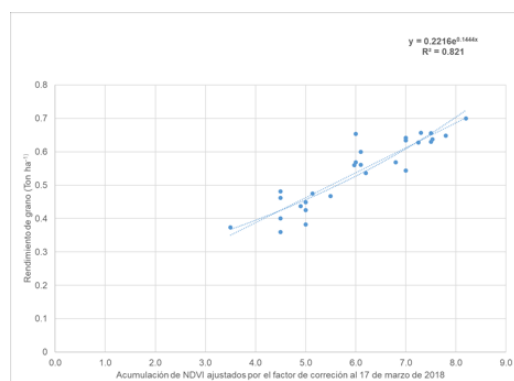


Figura 3: Gráfica del rendimiento de grano y la acumulación de biomasa

temprana y que con esta tecnología se pueden hacer aplicaciones dirigidas de herbicida para disminuir el efecto de competencia por nutrientes y por consecuente mejorar el rendimiento de grano.

4. Conclusiones

De la investigación presentada en este artículo se puede concluir que mediante el análisis de imágenes aéreas se puede detectar la homogeneidad o heterogeneidad de la biomasa acumulada en predios agrícolas la cual está influenciada por la presencia de maleza. El factor de corrección implementado en esta publicación nos explica las mermas de grano obtenidas en la cosecha por efecto de la población de maleza presente en los predios agrícolas.

Referencias

- 1.López, G. F. 2013. Uso de vehículos aéreos no tripulados (UVA) para la evaluación de la producción agrícola. *Revista Ambienta*. 105:40-52.
- 2.Peña, B. R. J.; Pérez, H. P.; Villaseñor, M. E.; Gómez, V. M. M. y Mendoza, L. M. A. 2008. Calidad de la cosecha de trigo en México. Ciclo primavera-verano 2006. *Publicación Especial del CONASIST-CONATRIGO*, Tajín núm. 567, Col. Vertiz Narvarte, Delegación Benito Juárez, México, D. F. 28 p.

Rentabilidad Del Trigo En La Región Fuerte Mayo Ciclo OI 2017-2018

Armenta Cejudo Ramón Antonio, Valenzuela Borbón, Rafael, Borbón Gracia Alberto, Montoya Coronado Lope

Investigadores del Campo Experimental Norman E. Borlaug. CIRNO-INIFAP

armenta.antonio@inifap.gob.mx

Resumen

Con el objetivo de contribuir en una mejora en el ingreso de los productores de la Región Fuerte Mayo, municipio de Huatabampo, Sonora. En el Ejido Torocobampo se estableció una parcela experimental donde se sembraron dos variedades de maíz (Armadillo y DK2038) y para disminuir el riesgo de helada el maíz se sembró del 21 de diciembre al 25 de enero. En trigo, la variedad sembrada fue CIRNO C2008. El rendimiento promedio de maíz fue de 11.336 t/ha⁻¹ y de trigo 6.178¹ con costos de producción de \$30,170/ha y \$21,595/ha. La rentabilidad del maíz fue de 0.43 y del trigo 0.29. Las fechas de siembra de diciembre y enero de maíz pueden mejorar el ingreso familiar de los agricultores y reduce el riesgo de bajas temperaturas.

Palabras Clave: Costos, ingresos, heladas.

Abstract

With the aim of contribute to improve profits of farmers Fuerte Mayo Region, Huatabampo municipality, Sonora. In the Ejido Torocombampo two varieties of maize were planted, and to reduce of frost the maize was planted on december 21 at january 25. The average corn production was 11.336 t/ha⁻¹ and of wheat 6.178 t/ha⁻¹ y with cost of \$30,170/ha and \$21,595/ha. Maize profitability was 0.43 and wheat 0.29. The planting of December and January of corn can improve the family income of farmers and decreases the risk of low temperatures.

Key words: Cost, profits, frost.

1. Introducción

La región Fuerte Mayo, Huatabampo Sonora colinda hacia el sur con el estado de Sinaloa y al norte con el municipio de Navojoa, representa una zona agropecuaria con gran potencial productivo, la cual es irrigada de la presa Luis Donald Colosio (Huites), que beneficia las actividades productivas de 32 ejidos y alrededor de 3,500 productores organizados en dos módulos de riego y una asociación ganadera local. Actualmente, dentro de la actividad agrícola se siembran alrededor de 20,000 hectáreas durante el ciclo otoño-invierno, y donde el trigo es el principal cultivo en una superficie de 16,500 hectáreas (Distrito de Riego del Río Mayo 2018). En los últimos años la rentabilidad del trigo se ha visto afectada por los altos costos de producción

aunado a condiciones agroclimáticas adversas con presencia de inviernos cálidos que han afectado los rendimientos tanto de trigos cristalinos como harineros. Desde las heladas que se presentaron la primera semana de febrero de 2011 a la fecha el cultivo de maíz prácticamente desapareció del patrón de cultivos en la región. El escaso financiamiento y el encarecimiento del seguro son las principales causas del porque los productores dejaron de sembrarlo. Como una alternativa a la baja rentabilidad del trigo se plantea como una opción el cultivo de maíz para sembrarse del 15 de diciembre al 31 de enero. Ortega *et al.* (2003), definieron que el mayor potencial de rendimiento del maíz en el sur de Sonora se ubica del 10 de septiembre al 31 de octubre, lo cual también lo exponen Valenzuela y Montoya (2017) y establecen que estas fechas de siembra presentan un alto riesgo de pérdida total de presentarse bajas temperaturas. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar el rendimiento de grano de maíz en comparación con trigo cristalino, y cuantificar la rentabilidad de ambos cultivos para mostrar si puede ser una alternativa la fecha de siembra tardía del maíz con menor riesgo de helada de 15 de diciembre al 31 de enero.

2. Materiales y métodos

La parcela experimental se estableció en el Ejido Torocobampo municipio de Hutabampo de la Región Fuerte Mayo y se encuentra en las coordenadas 26°21'12.24"N, 109°5'43.51"W hasta los 26°35'30.47"N, 109°14'2.49"W. Del cultivo de maíz se sembraron dos híbridos: DK-2038 y Armadillo con tres fechas de siembra 21 de diciembre 9 y 25 de enero; el trigo se sembró el 7 de diciembre con la variedad CIRNO C2008.

El manejo de los cultivos fue de acuerdo con el paquete tecnológico recomendado por el INIFAP. Para obtener los datos de rendimiento de grano se utilizaron 4 surcos de 5 m de largo por 0.8 m de ancho, con cuatro repeticiones. Para el análisis de rentabilidad se utilizó una matriz de costos privados en donde se capturo cada uno de los insumos y labores de campo realizados desde la preparación de la tierra hasta la comercialización y transporte de la cosecha.

3. Resultados y discusión

Durante el ciclo otoño invierno 2017 -2018 no se presentaron temperaturas menores a 2 °C, por lo que no hubo presencia de heladas. El Cuadro 1 presenta el rendimiento del maíz en tres fechas de siembra 21 diciembre, 9 enero y 25 de enero, en promedio el maíz alcanzó una producción de 11.336 t/ha⁻¹ mientras que el trigo cristalino fue de 6.178 t/ha⁻¹.

El precio de mercado en la región sur de Sonora para maíz fue de \$3,800/t y para el trigo cristalino de \$4,500/t. Para facilitar el análisis de rentabilidad no se consideraron apoyos de federales ni estatales.

El Cuadro 2 muestra los costos de producción con base en las labores de campo e insumos utilizados en la producción. Los costos del movimiento de maquinaria se establecieron con base en

los precios de maquila de la región Fuerte Mayo. Para producir maíz se requiere una inversión de \$30,170/ha y para trigo \$21,595.

Cuadro 1. Rendimiento por hectárea de maíz y trigo (t/ha⁻¹)

	Maíz	Trigo
7 Dic		6.178
21 Dic	12.938	
9 Ene	10.771	
25 Ene	10.300	
Promedio	11.336	6.178

Cuadro 2. Rentabilidad del maíz y trigo en la región Fuerte Mayo (\$/ha)

Labores	Maíz	Trigo
Preparación del suelo	2,400	2,400
Fertilización	5,600	4,950
Siembra	6,750	1,550
Control de plagas y Enfermedades	3,320	2,395
Riegos y agua	3,900	2,850
Cosecha y transporte	2,900	2,150
Administración y renta de la tierra	5,300	5,300
Total	30,170	21,595
Ingreso	43,077	27,801
Rentabilidad	0.43	0.29

La información analizada indica que el trigo sigue siendo una buena opción para los agricultores, con un rendimiento superior a las seis toneladas los productores alcanzan una rentabilidad del 29%. Sin embargo, los altos costos de producción están afectando su sostenibilidad en el corto y mediano plazos.

El maíz con un promedio de 11.336 toneladas cosechadas, el productor obtiene una rentabilidad del 43%, la ganancia es cercana a los 13 mil pesos por cada hectárea sembrada entre el 15 de diciembre y el 31 de enero. Mientras con trigo cristalino la utilidad es de alrededor de \$6,000. El cultivo del maíz sembrado en fecha de bajo riesgo de heladas, es una alternativa para impulsar su siembra y contribuir en la competitividad de los productores de la región Fuerte Mayo

El Cuadro 3. Muestra el análisis de sensibilidad con la producción alcanzada en la fecha más tardía del 25 de enero donde se obtuvieron 10.300 toneladas. Con ese rendimiento la rentabilidad es de 30% con ganancias de alrededor de \$9,000 pesos por hectárea.

Cuadro 3. Rentabilidad del maíz con fecha siembra 25 enero (\$/ha)

Labores	Maíz
Preparación del suelo	2,400
Fertilización	5,600
Siembra	6,750
Control de plagas y Enfermedades	3,320
Riegos y agua	3,900
Cosecha y transporte	2,900
Administración y renta de la tierra	5,300
Total	30,170
Ingreso	39,140
Rentabilidad	0.30

4. Conclusiones

El maíz al sembrarse entre el 15 de diciembre y el 31 de enero es una alternativa de alta rentabilidad para los productores de la región Fuerte Mayo. El análisis de sensibilidad muestra que al sembrarse la última semana de enero se iguala a la rentabilidad del trigo en alrededor del 30% y puede mejorar el indicador si el precio de mercado es mayor a los \$3,800/t del ciclo OI 2017-2018.

Referencias

1. Distrito de Riego del Río Mayo 2018. www.drmayo.mx
2. Ortega C., A. O. Cota A., M.J. Guerrero H., J.M. Cortés J., J.E. Ortiz E., L.M. Tamayo E., J.J. Pacheco C., R. Álvarez Z. y P. Félix V. 2003. El cultivo de maíz, una alternativa para el ciclo otoño-invierno en el sur de Sonora. Folleto para productores No 35 INIFAP-CIRNO- Campo Experimental Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora, p. 48.
3. Valenzuela B., J.R. y L. Montoya C. 2018. Informe Técnico: Evaluación de ocho híbridos de maíz en el valle del yaqui, Sonora. Ciclo O-I 2016-17. En archivo del CENEB-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora. p. 8.

Descripción Varietal Y Comportamiento Agronómico De La Variedad De Cártamo “Chey-01”

Ávila Casillas Eva¹, Ochoa Espinoza Xóchilt M.², Montoya Coronado Lope² Camarillo Pulido Mario¹, Borbón Gracia Alberto², Aguilera Molina Nestor²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de Mexicali avila.eva@inifap.gob.mx

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug

Resumen

Debido a la necesidad de producir aceites comestibles y a la buena adaptación que expresa el cultivo de cártamo, este ha permanecido como una elección para siembras de otoño-invierno, en la región Noroeste de México. La variedad que a continuación se describe es producto del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) a través del programa de Mejoramiento Genético de Cártamo y que ha orientado sus trabajos en la formación de variedades, con mayor potencial de rendimiento de grano y buena calidad industrial. La variedad oleica CHEY-OL se generó en el año 2015 y dentro de sus características principales se encuentra un potencial rendimiento de 4.0 ton·ha⁻¹ y un contenido de aceite del 40%. El uso de las variedades mexicanas permite disminuir la dependencia de variedades extranjeras y al déficit de producción. Este artículo presenta la descripción de la variedad para la identificación de la misma.

Palabras Clave: Variedad, Rendimiento, Calidad.

Abstract

Due to the need to produce edible oils and to the good adaptation expressed by safflower crop, this has remained a choice for autumn-winter plantings in the Northwest region of Mexico. The variety described below is a product of the National Institute of Agricultural and Livestock Forestry Research (INIFAP) through the program of Genetic Improvement of Safflower and has oriented its work in the formation of varieties, with greater grain yield potential and good industrial quality. The CHEY-OL oleic variety was generated in 2015, has a potential yield of 4.0 ton · ha⁻¹ and an oil content of 40%. The use of the Mexican varieties allows to reduce the dependence of foreign varieties and to the production deficit. This article presents the description of the variety for the identification itself.

Key words: variety, yield potential, quality.

1. Introducción

En el Noroeste de México se inició la experimentación con cártamo en el año de 1958, con pruebas de adaptación, rendimiento, de introducciones mejoradas y determinación de las prácticas óptimas de cultivo. Los defectos de adaptación varietal y la longevidad natural del cártamo, originaron la necesidad de mejorar genéticamente los cultivares mediante nuevas introducciones, calificaciones, clasificaciones, selecciones y cruzamientos de diversas fuentes, atacando problemas de rendimiento de grano y aceite (Montoya, 2010). El mejoramiento en diferentes lugares del mundo donde se trabaja experimentalmente con este cultivo es con la tendencia de aumentar el rendimiento de semilla por unidad de superficie, aumentar el porcentaje de aceite en la semilla, obtención de variedades sin espinas y resistencia a enfermedades (Buchinger, 1945). El mejoramiento en cártamo se puede seguir en 3 formas de acuerdo con el material con que se disponga y los proyectos a realizar. 1) Por selecciones con control de polinización cuando se observan segregaciones. 2) Por cruzamiento y selección cuando se desee combinar caracteres deseables y 3) Por retrocruza cuando se trata de incorporar resistencia a enfermedades o algún otro carácter deseable (Robles, 1980). El cártamo se ha convertido en un cultivo estratégico por el problema del cambio climático en las regiones actuales y potenciales ya que es un cultivo que requiere bajo consumo de agua. En el Noroeste de México, como en el resto del país, es necesario incrementar la superficie de cártamo para llegar a obtener la producción deseada y cubrir la demanda de aceite derivado de este cultivo que actualmente nuestro país exige. Esto obliga a generar, desarrollar e identificar los mejores cultivares y fortalecer la información sobre la tecnología para la producción de cártamo, para que los productores obtengan los beneficios de estas variedades y cuenten con un manejo agronómico adecuado. Para esta situación el INIFAP se planteó el desarrollo y generación de la variedad oleica CHEY-OL.

2. Materiales y métodos

Como respuesta a las demandas de los productores de la región Noroeste se obtuvo la variedad de cártamo CHEY-OL de alto potencial de rendimiento y calidad industrial. De acuerdo al catálogo Nacional de variedades vegetales 2015, a esta variedad le corresponde el Número de registro del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) definitivo, CAR-020-250615. El origen de la variedad CHEY-OL es del tipo oleica y proviene de una cruce entre los progenitores CIANO-OL/S-518 y fue identificada con la genealogía CC1582-1-1-0Y llevada a cabo por el programa de mejoramiento genético de cártamo del INIFAP. La planta es de una altura promedio de 118 cm en suelos de textura media; su hábito de crecimiento es determinado y erecto. Sus hojas son de color verde claro. El tallo es erecto, sólido y resistente al acame. Es de ciclo vegetativo intermedio, en siembras de la tercera semana de diciembre su floración ocurre alrededor de los 100 días y la madurez fisiológica a los 160 días (Cuadro 1). Antes de la floración, el capítulo es de forma cónica y completamente cubierto por las brácteas.

Las flores son de color amarillo y cuando se secan se tornan anaranjadas; el polen es de color amarillo. El grano es de tamaño medio, de forma oval y color café amarillento. El peso promedio de mil granos es de 32 gramos, y un peso específico de 51.5 kg/hl. La calidad de semilla contiene un promedio de 40% de aceite. El aceite es del tipo oleico y contiene un promedio de 77% de ácido oleico y 14% de ácido linoleico (Cuadro 4).

En el Cuadro 2 y 3 se muestran los rendimientos de grano de tres variedades oleicas en tres ciclos agrícolas y se puede observar que en ambos cuadros la variedad CHEY-OL superó en rendimiento al resto de las variedades.

3. Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se presentan las características agronómicas de variedades oleicas evaluadas y donde se puede observar que el material CHEY-OL en lo que respecta a días de inicio de floración, floración y madurez tiene un comportamiento similar a CIANO-OL Y S-518.

Cuadro 1. Características agronómicas de la variedad de cártamo chey-ol comparada con variedades comerciales. CEMEXI- INIFAP

Variedad	Inc. Floración	Días Floración	Madurez fisiológica	Altura (cm)
CHEY-OL	100	111	160	118
CIANO-OL	101	111	159	127
S-518	104	112	159	119

Cuadro 2. Rendimiento de grano (kg/ha) de CHEY-OL y otras variedades de cártamo en el VALLE DE MEXICALI, B. C. CEMEXI- INIFAP

Variedad	2011-2012	Ciclo agrícola 2012-2013	2013-2014	Promedio
CHEY-OL	2248	2200	2199	2216
S-518	2102	2150	2227	2160
CIANO-OL	2000	2310	2201	2170

Cuadro 3. Rendimiento de grano (kg/ha) de CHEY-OL y otras variedades de cártamo en el VALLE DEL YAQUI- NORMAN E. BORLAUG-CIRNO-INIFAP

Variedad	2011-2012	Ciclo agrícola 2012-2013	2013-2014	Promedio
CHEY-OL	1761	1612	1788	1720
S-518	*	1150	1443	1296
CIANO-OL	1500	1535	1816	1617

En el Cuadro 4 se presentan los porcentajes de aceite y el porcentaje de ácido oleico y linoleico, donde se puede observar que la variedad CHEY-OL presenta un porcentaje de aceite del 40% y un 77.26% de ácido oleico lo que indica que es aceptada por la industria aceitera.

Cuadro 4. Calidad industrial de la variedad de cártamo chey-ol en comparación con las variedades comerciales 2013-14. CEMEXI-INIFAP

Variedad	% de aceite	% de ácido Oleico	% de ácido linoleico
CHEY-OL	40.31	77.26	14.81
S-518	41.63	73.82	18.2
CIANO-OL	36.83	72.84	19.57

4. Conclusiones

La variedad CHEY-OL, se adapta a siembras de toda la Región Noroeste de México como lo son: Sonora, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur. Además de que presenta una excelente calidad industrial y un buen rendimiento.

Referencias

- 1.Ávila *et al.*, 2015. Variedad de cártamo oleica “Chey-ol” para el Valle de Mexicali, B. C. y San Luis Río Colorado, Son. Desplegable para productores Núm. 62.
- 2.Ávila Casillas E., Camarillo Pulido M., Gómez Mercado R. 2016. Variedades oleicas de cártamo para el Valle de Mexicali, B. C. y San Luis Río Colorado, Son. Desplegable Técnico Núm. 3.
- 3.Buchinger, A. 1945. Experiences in safflower cultivation. Plant breeding abstracts. Vol. 15, No. 1 No. 313.
- 4.Montoya, C. L. 2010. El cultivo de cártamo (*Chartamus tinctorius* L.) en México. Libro Técnico Núm. 5. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. pp. 96.
- 5.Robles, S. R. 1980. Cultivo de cártamo. In Producción de oleaginosas y textiles. Editorial LIMUSA. México. pp 331-391.
- 6.Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). 2015. Catálogo Nacional de Variedades Vegetales. No. 7. Editor, Secretaría Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación y SNICS. 41 p.

Validación De Variedades De Trigo Cristalino Y Harinero En El Sur De Sonora

Borbón Gracia Alberto¹, Armenta Osuna Pedro Francisco², Armenta Cejudo Ramón Antonio¹, Villaseñor Mir Héctor Eduardo³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug borbon.alberto@inifap.gob.mx

²Auxiliar de investigación en el Campo Experimental Norman E. Borlaug

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México

Resumen

Se realizó una validación de cuatro variedades de trigo, dos de trigo cristalino y dos de trigo harinero en la región Fuerte-Mayo, Sonora; bajo un diseño de arreglo en franjas, la parcela de validación fue de ocho surcos de 100 metros de largo, con una separación entre estos de 80 cm. equivalente a 640 m², se cosecharon seis muestras por variedad con un tamaño de parcela útil de dos surcos de cinco metros de longitud (8.0 m²). De acuerdo con el análisis de varianza se determinaron diferencias altamente significativas entre tratamientos en cuanto al rendimiento de grano, con un coeficiente de variación de 7.81%. Las variedades de trigo cristalino presentaron rendimientos estadísticamente superiores a las variedades de trigo harinero. Los rendimientos obtenidos fueron: 6 154 y 5 754 kg/ha para las variedades de trigo cristalino CIRNO C2008 y BAROBAMPO C2015 respectivamente, mientras que los rendimientos de las variedades de trigo harinero fueron 5 504 y 5075 para CONATRIGO F2015 y BORLAUG 100 respectivamente.

Palabras Clave: Rendimiento, variedades de trigo, roya.

Abstract

On-farm trials with four wheat varieties: two durum wheat and two bread wheat were conducted at Fuerte-Mayo region, Sonora; a striped arrangement design was used, the experimental plot was eight rows 100 meters long, with farrows 80 cm apart (640 m²). Six samples were collected within each variety, two rows of five meters long (8.0 m²), for estimating grain yield. According to the analysis of variance of grain yield, highly significant differences between treatments were detected, with a coefficient of variation of 7.81%. As a result, durum wheat varieties showed significant superior yields compared to bread wheat varieties. The yields obtained were: 6 154 and 5 754 kg / ha in CIRNO C2008 and BAROBAMPO C2015 durum wheat varieties, respectively, while yields of the bread wheat varieties were 5 504 and 5075 kg /ha for CONATRIGO F2015 and BORLAUG 100 respectively.

Key words: Yield, varieties of wheat, rust.

1. Introducción

La producción mundial de trigo para el año 2016 se ubicó en segundo lugar después del maíz (FAOSTAT 2018), en México, el cultivo de trigo (*Triticum durum* Desf. y *Triticum aestivum* L.) alcanza un valor aproximado de 12 mil mdp, cifra que le coloca como el 10° cultivo más importante, al contribuir con el 2.9% del valor de la producción agrícola. Entre 2011 y 2013 la superficie promedio nacional dedicada al cereal alcanzó 660 mil hectáreas, con un volumen de producción de 3.4 millones de toneladas anuales (SIAP 2015). Este cultivo es la principal alternativa de producción agrícola en el sur de Sonora durante el ciclo otoño-invierno, con aproximadamente 250,000 hectáreas sembradas y rendimientos superiores a las seis toneladas por hectárea (SIAP 2018). Casi la totalidad de la superficie sembrada se realiza con semilla certificada de variedades generadas por el INIFAP, variedades agrónomicamente adaptadas a las condiciones agroecológicas para las que fueron desarrolladas y que cuentan con la aceptación tanto de los productores como de los consumidores, además de la tecnología de producción generada también por el INIFAP, derivado que la zona Fuerte-Mayo, en los últimos años ha pasado de ser una zona productora de maíz a zona productora de trigo, es necesario validar nuevas variedades de trigo cristalino y harinero que se puedan adaptar a esta región, lo cual es el objetivo principal del presente estudio.

2. Materiales y métodos

La evaluación se estableció en la región Fuerte-Mayo Huatabampo, Sonora, durante el ciclo otoño-invierno 2017-2018 en los terrenos del agricultor cooperante Mario Sandoval, ubicado en la carretera Estación Don – Agiabampo, el cual es un suelo representativo de la región. Se estableció una parcela de validación donde se evaluaron dos variedades de trigo cristalino (CIRNO C2008 y BAROBAMPO C2015) y dos variedades de trigo harinero (BORLAUG 100 y CONATRIGO F2015). La preparación del terreno consistió en triple rastreo cruzado, paso del tablón para nivelar y surcado. La fertilización en presiembra fue de 400 kg/ha de mezcla 1-1 de urea y fosfato mono amónico, más 300 kg/ha de urea antes del primer riego de auxilio. La siembra se llevó acabo en húmedo el día 12 de diciembre de 2017 con sembradora triguera convencional en un suelo arcilloso, el tamaño de parcela por variedad fue de ocho surcos a 80 cm de ancho por 100 metros de largo (640 m²). La densidad de siembra fue de 100 kg/ha de semilla. A todas la variedades se le aplicaron el riego de presiembra más tres riegos de auxilio, para el control de maleza de hoja ancha se realizó una aplicación de herbicidas además de un deshierbe manual, también se realizó una aplicación de insecticidas para el control de pulgón de la hoja, fue necesario realizar una aplicación de fungicidas para el control de roya de la hoja, esta se realizó únicamente en la variedad CIRNO C2008 ya que de las variedades evaluadas, esta es la única variedad susceptible a la enfermedad. La cosecha fue manual muestreando dos surcos de cinco metros (8 m²) por seis repeticiones, posteriormente se trilló con una trilladora estacionaria tipo pullman para obtener el grano por parcela útil, el cual se pesó para estimar su rendimiento en

toneladas por hectárea. Se realizó un análisis de varianza y prueba de comparación de medias, usando el paquete estadístico de la Universidad de Nuevo León.

3. Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se presentan los datos agronómicos, rendimiento de grano y comparación de media de las variedades evaluadas, donde se puede observar que las dos variedades de trigo cristalino (CIRNO C2008 y BAROBAMPO C2015) fueron estadísticamente superiores a las dos variedades de trigo harinero, los rendimientos de grano van desde cinco a un poco más de seis toneladas por hectárea, los cuales son rendimientos superiores a la media de producción de trigo de la región Fuerte-Mayo. La variedad CIRNO C2008 fue la única que presentó roya de la hoja, esta subió hasta el tercio superior de la planta, nivel donde fue necesario realizar una aplicación de fungicidas como lo recomiendan Figueroa *et al* 2011. La variedad BORLAUG 100 fue la más precoz de las cuatro en cuanto a días a floración y madurez fisiológica.

Cuadro 1. Validación de 4 variedades de trigo en el Fuerte-Mayo, Sonora. Ciclo otoño-invierno 2017-2018

Nº Orden	Variedad	Días de floración	Días de madurez fisiológica	Altura de planta	kg/ha	Sig. Est.
1	CIRNO C2008	79	123	75	6154	a
2	BAROBAMPO C2015	78	123	85	5754	ab
3	CONATRIGO F2015	77	122	93	5504	bc
4	BORLAUG 100	74	118	88	5075	c

Nivel de significancia = 0.05, C.V. = 7.81%, DMS = 540.23 kg/ha

4. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente validación, se concluye que las variedades de trigo cristalino presentan mejor rendimiento de grano que las variedades de trigo harinero evaluadas en la región Fuerte-Mayo, tal como sucede en otras regiones productoras, los rendimientos obtenidos indican que con estas variedades se puede aumentar la media de rendimiento de la región Fuerte-Mayo, siempre y cuando se dé el manejo agronómico recomendado por el INIFAP.

Referencias

- 1.FAOSTAT 2018. Producción mundial de cereales 2016. www.fao.org/statistics/es
- 2.Figueroa L. P., G. Fuentes D., J. M. Cortés J., L. M. Tamayo E., P. Félix V., J. E. Ortiz E., I. Armenta C., V. Valenzuela H. G. Chávez V. y J.L. Félix F. 2011. Guía para producir trigo en el sur de Sonora. Folleto para productores N° 39. Cd. Obregón, Sonora, México.

- 3.SIAP. 2015. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), Sonora, México. <http://www.siap.gob.mx>
- 4.SIAP. 2018. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), Sonora, México. <http://www.siap.gob.mx>.

Análisis De Tomate Bola Variedad Evimeria Con Porta Injertos Multifort Y Seriado Tratados Con Enraizador Y *Trichodermas Asperellum*

Campas Sánchez Alondra, Thomas Trejo Randy Alan, Delgadillo Ángeles Jorge L., Pedro Méndez José G., Carrasco Peña Laura Denisse

Facultad de Ingeniería y Negocios en San Quintín - Universidad Autónoma de Baja California
alondra.campas@uabc.edu.mx, randy.thomas@uabc.edu.mx

Resumen

El objetivo de este proyecto fue determinar el rendimiento y calidad de la variedad de tomate Evimeria evaluando su comportamiento con dos porta injertos diferentes (Seriado y Multifort), que a su vez fueron tratados con *Trichoderma* sp. y Enraizador en el momento de trasplante para ver su efecto en las plantas. El experimento se llevó a cabo en la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín, bajo condiciones de invernadero de tecnología media. Los resultados obtenidos en la prueba Kruskal-Wallis muestran que no existen diferencias significativas entre tratamientos, relacionado a total de frutos, aceptados y de exportación.

Palabras Clave: Calidad, rendimiento.

Abstract

The objective of this project was to determine the performance and quality of the Evimeria tomato variety by evaluating its behavior with two different rootstocks (Seriado and Multifort), which in turn were treated with *Trichoderma* sp. and rooting at the time of transplant to see its effect in the plants. The experiment was carried out at the San Quintín School of Engineering and Business, under medium technology greenhouse conditions. The results obtained based on the analysis of variance show that there are no significant differences between treatments, related to total fruit, accepted and export.

Key words: Quality, yield.

1. Introducción

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. (InfoAgro).

De acuerdo con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la producción de tomate rojo en México creció a una tasa promedio anual de 4.8 por ciento entre 2006 y 2016, para ubicarse en un volumen máximo histórico de 3.3 millones de toneladas. Entre

2012 y 2016 se registró una mayor proporción de la superficie establecida de este cultivo con tecnologías de agricultura protegida (malla sombra e invernaderos), en promedio de 26 por ciento de la superficie total. Así, Durante ese período, en cultivos con esos tipos de tecnología se produjo en promedio el 58 por ciento de la producción total nacional. (SIAP-SAGARPA). Mediante el uso de hongos y bacterias antagónicas se han podido conocer estrategias con mayor potencial para el control de enfermedades ocasionadas por patógenos del suelo. Entre estos microorganismos destaca el género *Trichoderma* como agente de control biológico. Es un hongo anaeróbico habitante natural del suelo, caracterizado por un comportamiento saprófito o parásito. Estos hongos compiten bien en la rizosfera de la planta, como endófitos, siendo capaces de colonizar completamente la superficie radicular. Además, penetran en el tejido de la raíz, normalmente hasta la primera o segunda capa de células, y solo en los espacios intercelulares (López M., R. 2011) Las diferentes especies se caracterizan por tener un crecimiento micelial rápido y una abundante producción de esporas, que ayuda a la colonización de diversos sustratos y del suelo (INTAGRI).

2. Materiales y métodos

En la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín de la Universidad Autónoma de Baja California se estableció el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum m.*) de la variedad Evimeria utilizando porta injertos Multifort y Seriado en condiciones de invernadero, con una superficie de 250 m², con una distancia entre planta de 60 cm, con cubierta de plástico, con ventanas laterales operadas manualmente. Las características del invernadero lo clasifican como de baja tecnología.

El experimento consistió en un diseño aleatorio en el que se manejaron dos diferentes tratamientos (*Trichoderma asperellum* cepa Tr266B y Enraizador). Teniendo cuatro tratamientos con cinco repeticiones siendo: Evimeria+Seriado *Trichodermas*, Evimeria+Seriado Enraizador, Evimeria+Multifort *Trichodermas* y Evimeria+Multifort Enraizador.

La inoculación de *Trichoderma asperellum* a una concentración de 1×10^7 UFCy Enraizador se realizó a la raíz al momento del trasplante por medio del método de inmersión de planta que se llevó a cabo el día 23 de mayo del 2018.

Se llevaron a cabo seis cortes, que se utilizaron como datos preliminares.

El primer corte se realizó el día 7 de agosto del año en curso, tomando como muestra las cinco plantas seleccionadas.

Como unidad experimental se tomaron cinco plantas al azar de cada tratamiento, de las cuales se tomaron los datos necesarios para conocer el comportamiento de los portainjertos y su respectivo tratamiento. Para la cosecha se tomó en cuenta la escala de color (INTA EEA Mendoza), eligiendo frutos de nivel 2 a 6. En frutos aceptados se midió la calidad en base a los criterios de exportación, clasificados según el diámetro del fruto (4x4, 4x5, 5x5, 5x6, 6x6, 6x7). Del mismo modo se excluyeron los frutos de rechazo, aquellos que presentaron daños por

insectos o nutrición, manifestando agrietamientos, cara de gato, payaseo, cicatrices, malformaciones o que no lograron el tamaño mínimo.

3. Resultados y discusión

Las variables de total de frutos aceptados y cada uno de los tamaños se evaluaron mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, donde los resultados obtenidos no presentan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para totales, aceptados ni frutos de exportación. Debido a que los datos preliminares son insuficientes para determinar diferencias.

Con base al estadístico Kruskal-Wallis, no se observan diferencias significativas entre los tratamientos, dado que la variedad (Evimeria) tiene un comportamiento similar en cada uno de estos (Cuadro 2).

Cuadro 1. Formato de precios en dólares por caja

Caja 20 lbs.	4x4	4x5	5x5	5x6	6x6
Precio dlls/caja	18.86	19.04	12.97	15.09	12.51

Cuadro 2. Comparación de calidad entre tratamientos

Caja 20 lbs.	4x4	4x5	5x5	5x6	6x6
Evimeria/Seriado T	1-A	7-A	14-A	39-A	38-A
Evimeria/Seriado E	0-A	2-A	14-A	37-A	24-A
Evimeria/Multifort T	4-A	4-A	10-A	36-A	24-A
Evimeria/Multifort E	4-A	1-A	10-A	31-A	28-A

Se refleja un incremento en la cantidad de cajas por hectárea de los diferentes tamaños para exportación en la variedad Evimeria/Seriado T, en comparación con los otros tratamientos, teniendo mayor cantidad de frutos e impacto económico (Figura 1).

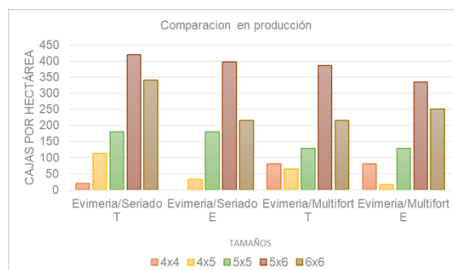


Figura 1. Comparación en producción

4. Conclusiones

No existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para totales, aceptados, ni frutos de exportación. No se presentan diferencias en ningún tratamiento para ningún tamaño, sin embargo el tratamiento Evimeria/Seriado T presenta mayor cantidad de frutos producidos con un valor económico mayor dentro de los estándares de calidad, que le permite estar por encima de los demás tratamientos. La variedad Evimeria, se comporta de la misma manera con cualquiera de los dos portainjertos y a su vez con los tratamientos utilizados en los mismos; Enraizador y *Trichoderma* sp.

Referencias

1. InfoAgro. EL CULTIVO DEL TOMATE.
2. López M., R. 2011. Detección y cuantificación de *Trichoderma harzianum*, y evaluación de su actividad biocontrol frente a la Fusariosis vascular del melón mediante la aplicación de herramientas moleculares. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. España.
3. SAGARPA, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Avances y cierres de la Producción Agrícola.
4. Intagri. *Trichoderma* Control de Hongos Fitopatógenos.

Ceneb Oro C2017: Nueva Variedad De Trigo Duro Para El Noroeste De México

Chávez Villalba Gabriela¹, Camacho Casas Miguel Alfonso², Karim Ammar³, Alvarado Padilla Jorge Ivan⁴, Borbón Gracia Alberto¹, Fuentes Dávila Guillermo¹

¹INIFAP. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (644) 4145753 y 4145700. chavez.gabriela@inifap.gob.mx

²Molinos Sudeste S.A de C.V Grupo La Moderna. Isidro Favela 1000, Col. Industrial, Barrio de Tlacopa , 50010 Toluca de Lerdo, México

³Programa de Trigo duro, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Km. 45, Carr. México-Veracruz, El Batán, Texcoco, Edo. de México

⁴Campo Experimental Valle de Mexicali, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, km 7.5. Carretera a San Felipe. 2110 Mexicali B.C. Tel. 01 553 8 71 87 00 Ext. 81604

Resumen

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) liberó una nueva variedad de trigo duro (*Triticum durum* L.) resistente a la roya de la hoja, con el fin de sustituir a CIRNO C2008, variedad testigo mas sembrada en Sonora pero que perdió resistencia a esta enfermedad. Las evaluaciones se condujeron bajo riego en los ciclos Otoño-invierno 2011-12 al 2016-2017 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB), localizado en el Valle del Yaqui, Sonora. Se evaluó el rendimiento del grano, la calidad industrial y la caracterización fenotípica. El manejo agronómico se llevo a cabo de acuerdo al protocolo institucional (Camacho, 2002). El contenido de proteína y el color de sémola se estimaron con los equipos NIR PERTEN 9100 y Minolta CR 400 respectivamente. Y la caracterización fenotípica se basó en los descriptores de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (Upov, 1988). CENEB Oro C2017, mostró un rendimiento de grano similar al testigo cuando se manejan con 4 riegos de auxilio, pero lo supera con 250 kilos/ha con riego restringido. Además CENEB Oro posee un 28% más de pigmento amarillo en sémola. Ante la necesidad de contar con variedades productivas, tolerantes a enfermedades, con mejor uso del agua y con buena calidad, se considera que CENEB Oro C2017 contribuye a la sostenibilidad del trigo en Sonora.

Palabras Clave: *Triticum durum* L., color, semolina, rendimiento.

Abstract

The National Institute of Agricultural and Livestock Forestry Research (INIFAP) released a new variety of durum wheat (*Triticum durum* L.) resistant to leaf rust, in order to replace CIRNO C2008, the most planted witness variety in Sonora but which He lost resistance to this disease. The evaluations were conducted under irrigation in the Fall-Winter 2011-12 to 2016-2017 cycles at the Norman E. Borlaug Experimental Field (CENEB), located in the Yaqui Valley, Sonora.

Grain yield, industrial quality and phenotypic characterization were evaluated. The agronomic management was carried out according to the institutional protocol (Camacho, 2002). The protein content and the color of semolina were estimated with the NIR PERTEN 9100 and Minolta CR 400 units respectively. And the phenotypic characterization was based on the descriptors of the International Union for the Protection of Plant Varieties (Upov, 1988). CENEb Oro C2017, showed a similar grain yield to the control when handled with 4 irrigation risks, but exceeds it with 250 kilos / ha with restricted irrigation. In addition, CENEb Oro has 28% more yellow pigment in semolina. Given the need to have productive varieties, tolerant to diseases, with better use of water and with good quality, it is considered that CENEb Oro C2017 contributes to the sustainability of wheat in Sonora.

Key words: *Triticum durum* L., color, semola, yield.

1. Introducción

La cultivo de trigo cristalino (*Triticum durum* L.) es una de las actividades agrícolas que genera más riqueza en el estado de Sonora, debido a que el grano se comercializa en los mercados internacionales. Esta entidad exportó el cereal por 176.3 millones de dólares en el año 2017, que representan el 6.6% de las exportaciones agrícolas con destino a Sudamérica, Europa y África (SAGARPA, 2018). Sin embargo, este mercado exige un grano vítreo con buenos niveles de proteína que permita la extracción de sémola con un elevado contenido de pigmento amarillo, característica altamente heredable (Roncallo, *et al.*, 2009). Por otra parte para que el productor adopte una nueva variedad, esta deberá ser productiva y resistente a diferentes enfermedades. La roya de la hoja (*Puccinia Striiformis*), el carbón parcial (*Tilletia indica*) y recientemente la mancha borrosa o "spot blotch" (*Bipolaris sorokiniana*) han sido enfermedades del trigo que han cobrado niveles epidémicos. La primera es la de mayor importancia, debido, entre otras cosas, al potencial de pérdidas de más del 50% del rendimiento (Figueroa, 2017). La pérdida de resistencia a la roya de la hoja de la variedad más sembrada en Sonora CIRNO C2008 obliga a sustituir a esta variedad por otra con diferentes genes de resistencia y mejores características para seguir compitiendo en los mercados internacionales. Por lo que el objetivo de este trabajo es mostrar los resultados de rendimiento, calidad industrial y características fenotípicas que distinguen a CENEb Oro C2017.

2. Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó dentro del CENEb, ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora. CENEb Oro C2017 y el testigo CIRNO C2008, fueron sometidos a pruebas de rendimiento, calidad industrial, y caracterización fenotípica; estos ensayos se establecieron durante los ciclos 20011-2012 al 2016-2017; se manejaron con 2 y 4 riegos de auxilio. Las variables evaluadas fueron: a) Rendimiento del grano; b) Peso Hectolítrico; c) Proteína en grano, estimada con un analizador NIR-Perten 9100 , d) Color de semola estimada con un equipo Minolta CR400; e) Peso de mil granos; f)Punta negra (%) y G) Panza blanca (%). Se sembraron parcelas de 5 m de largo a doble hilera con densidad de 100 kg/ha, bajo un diseño

experimental bloques al azar con tres repeticiones. El manejo agronómico se realizó con base a la guía metodológica que establece INIFAP para el cultivo (Camacho *et al.*, 2004). La caracterización fenotípica se describió de acuerdo a las directrices de la UPOV (1988).

3. Resultados y discusión

Rendimiento del grano (RG). En este aspecto y como resultado de las evaluaciones experimentales durante seis ciclos agrícolas, con un promedio de 5.9 t ha⁻¹ CENEBO Oro C2017 igualó el RG de CIRNO C2008, pero cuando se manejan con riego restringido la nueva variedad lo superó con 250 kilos/ha, Cuadro 1. Históricamente, solo las variedades Altar C84, Júpate C2001 y CIRNO C2008, han sido las únicas que han superado las 135 mil hectáreas sembradas en Sonora y esto es por su potencial de rendimiento (Camacho *et al.*, 2017), por lo que se considera que CENEBO Oro C2017 representa una alternativa para suplir a CIRNO.

Calidad Industrial. La industria de trigo duro para la extracción de sémola y la fabricación de pastas requieren de variedades de grano grande, con alto peso hectolítrico (PH), adecuado contenido de proteína en grano (PG) y un color amarillo intrínseco para darle estética a las pastas. En el Cuadro 2, se presentan parámetros de calidad industrial más relevantes de CENEBO Oro C2017, promedio de 12 evaluaciones por año, El PH de la nueva variedad promedió 82.1 kg hL⁻¹ y 43.2 g de peso de mil granos (PMG). La Norma Mexicana NMX-FF-036-1996, que regula la comercialización del trigo (DGN, 1996) establece como valor mínimo de PH 74 kg hL⁻¹. El PH y PMG se consideran buenos indicadores para la extracción de sémola, a mayor valor de ambos deberían dar rendimientos más altos, aunque esto se ve afectado por la heterogeneidad del tamaño del grano, presencia de panza blanca (PB) y la forma del grano (Chávez *et al.*, 2015). Por otra parte la PG está fuertemente asociado con un aspecto vítreo y textura dura. CENEBO Oro C2017 produce un elevado porcentaje de granos vítreos, reflejado por el bajo porcentaje de PB (1.1%). La industria elaboradora de pastas y requiere concentraciones de PG del 13% para asegurar al menos un 12% de proteína en la sémola y en las pasta (Clarcke, 2000). CENEBO Oro C2017, promedió 12.4% de PG, este valor es aproximadamente 1% inferior al del testigo (13.4%). En cuanto al contenido de color en sémola, CENEBO Oro C2017 promedió 26.5 valor b, contra 19.4 del testigo. Zorzetto, (2008), menciona que un buen índice de color es b > 24 del Colorímetro Minolta.

Caracterización fenotípica. CENEBO Oro C2017, Con una altura de planta promedio de 84 cm, 74 días de espigamiento y 45 gr de peso de mil granos, se caracteriza por ser de porte corto, ligeramente precoz y grano ligeramente pequeño, a diferencia de CIRNO C2008 que es de porte muy corto, espigamiento medio y grano de tamaño grande (Figura 1).

Cuadro 1. Rendimiento experimental (t ha⁻¹) de CENEB ORO C 2017 y de CIRNO C2008 durante seis 2011-2012 al 2016-2017 con dos modalidades de riego

Ciclo agrícola	CENEB Oro C2013			CIRNO C2008		
	Número de riegos					
	4	2	prom	4	2	prom
2011-2012	7.037	6.588	5.935	6.588	4.816	5.702
2012-2013	6.810	7.035	6.034	7.035	5.094	6.065
2013-2014	5.242	5.336	5.185	5.336	5.228	5.282
2014-2015	4.910	4.787	4.939	4.787	4.524	4.656
2015-2016	5.085	5.646	5.117	5.646	4.766	5.206
2016-2017	6.527	6.316	6.370	6.316	5.602	5.959

Rendimiento promedio de ensayos experimentales con tratamientos de riego (en distintas fechas de siembra durante el ciclo 2011-12 al 2016-17)

Cuadro 2. Características de Calidad Industrial sobresalientes de CENEB Oro C2017 comparado con el testigo CIRNO C2008. Promedio de cinco ciclos evaluados en el Campo Experimental de Norman E. Borlaug, Ciclo 2012-2013 al 2016-2017

Variable	CENEB Oro C2013	CIRNO C2008
Peso específico	82.1	81.8
Proteína	12.4	13.4
Color (b)	26.5	19.4
Peso de mil granos (gr)	43.2	53.9
Punta negra (%)	6.3	6.8
Panza blanca (%)	1.1	0.9

4. Conclusiones

La liberación de CENEB Oro C2017, representa una opción para mejorar el rendimiento de trigo cristalino en Sonora porque permitirá disminuir el impacto negativo de una eventual epifitía de las royas de la hoja y lineal o amarilla sobre la productividad del cereal. Además, la mejora de los parámetros de calidad de CENEB Oro C2013, permitirá a los productores de trigo ser más competitivos tanto en el mercado regional como el de exportación.



Figura 1. CENEB Oro C2017(izquierda) comparada con la variedad CIRNO C2008 (derecha)

Referencias

1. Camacho-Casas, M.A., Figueroa-López, P., Martínez-Carrillo, J.L., Cortés-Jiménez, J.M., Tamayo-Esquer, L.M., Félix-Valencia, P. y Ortiz-Enríquez, J.E. 2004. Guía para producir trigo en el sur de Sonora. Folleto para Productore No. 34. INIFAP, CIRNO, Campo Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora, México. 40 p.
2. Camacho-Casas, M.A., Chávez Villalba G., Figueroa-López, P., Fuentes Dávila G. y Félix-Fuentes J.L. 2017. Avances en la selección de líneas sobresalientes de trigo cristalino para Sonora. Memoria día del Agricultor No 24. INIFAP, CIRNO, Campo Experimental Norman E. Borlaug. Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora, México. 68 p.
3. Chávez Villalba, Gabriela, Camacho Casas, Miguel Alfonso, Figueroa López, Pedro, Fuentes Dávila, Guillermo, Félix Fuentes, José Luis, & Villa Aragón, Beatriz Adriana. (2015). Baroyeca Oro C2013: nueva variedad de trigo duro para su cultivo en el noroeste de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(2), 421-425.
4. Clarke, J. M. 2000. Improvement of durum wheat grain quality: Breeding. De "durum wheat, semolina and pasta quality". Ed. Abecassis, J., Autran, J. C. and Feillet, P. INRAeditions. Montpellier. France. 99 p.
5. Dirección General de Normas (DGN). 1996. Norma Mexicana NMX-FF-036-1996. Productos alimenticios no industrializados. Cereales Trigo. (*Triticum aestivum* L. y *Triticum durum* Desf.). Especificaciones y métodos de prueba. 11 p.
6. Figueroa-López, P., Camacho-Casas, M.A., 2017. La pérdida de la resistencia a roya de la hoja en CIRNO., una lección más. Memoria día del Agricultor No 24. INIFAP, CIRNO, Campo Experimental Norman E. Borlaug. Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora, México. 68 p.
7. Roncallo P.F., I. Garbus., A. Picca, V. Echenique, D.A. Carrera. G. L. Cervigni, R. Miranda (2009) Análisis de las bases genéticas del color en trigo candéal. *Rev. Fac. Agron.- Vol 108(1): 9-23.*
8. SAGARPA 2018. <http://oiapes.sagarhpa.sonora.gob.mx/notas/econo/prod-trigo.pdf> consulta 10 de septiembre del 2018.
9. UPOV, 1988. Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Homogeneity and Stability of Durum Wheat Varieties (*Triticum durum* L.).
10. Zorzetto, M. 2008. Pata e grano di qualita. un rapporto difficile. *Pasta and Pastai*. 69:3.

Diagnóstico Nutricional Y Su Relación Con El Rendimiento De Trigo En El Sur De Sonora

Cortés Jiménez Juan Manuel, Ortiz Ávalos Alma Angélica, Zazueta Encinas Gerardo

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12. Cd. Obregón, Sonora. C.P. 85000

cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

Resumen

La evaluación se realizó en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, en el ciclo O-I 2017-2018 en un suelo de textura arcillosa. Se determinó la concentración foliar de fósforo en planta completa y la concentración de nitratos en la base del tallo de trigo, en suelos con una disponibilidad de 12.2, 14.1 y 22.5 ppm de fósforo, con aplicación de 200 kg ha⁻¹ de fosfato mono amónico en el suelo con 14.1 ppm de P, y 900 kg ha⁻¹ de fertilizante orgánico con 0.973% de fósforo en el suelo con 12.2 ppm de P. Se aplicaron 600 kg ha⁻¹ de urea como fuente de nitrógeno en todo el ensayo. Se encontró una estrecha relación entre la concentración foliar de fósforo en planta completa y la de nitratos en la base del tallo en trigo. Aunque todos los tratamientos tuvieron las mismas unidades de nitrógeno, la mayor concentración de nitratos en la base del tallo se asoció con la mayor concentración de fósforo en planta completa.

Palabras Clave: absorción de nitrógeno, absorción de fósforo.

Abstract

The evaluation was carried out in the Norman E. Borlaug Experimental Station, in cycle O-I 2017-2018 in a clay-textured soil. The foliar concentration of phosphorus in the whole plant and the concentration of nitrates in the base of the wheat stem were determined in soils with an availability of 12.2, 14.1 and 22.5 ppm of phosphorus, with application of 200 kg ha⁻¹ of mono ammonium phosphate in the soil with 14.1 ppm of P, and 900 kg ha⁻¹ of organic fertilizer with 0.973% phosphorus in the soil with 12.2 ppm of P. 600 kg ha⁻¹ of urea was applied as nitrogen source throughout the trial. A close relationship was found between the foliar concentration of phosphorus in the whole plant and that of nitrates in the base of the stem in wheat. Although all the treatments had the same nitrogen units, the highest concentration of nitrates in the base of the stem was associated with the highest concentration of phosphorus in the whole plant.

Key words: nitrogen uptake, phosphorus uptake.

1. Introducción

En el sur de Sonora, el nitrógeno y el fósforo son los nutrientes más utilizados en el cultivo de trigo y representan el principal costo de producción. Dentro de los temas transversales de la Agenda Mexicana Agroalimentaria (SNITT, 2018), se destaca la evaluación del suelo para la

determinación de dosis óptimas de fertilización de los diferentes cultivos. Lo anterior, refleja la necesidad de contar con herramientas de diagnóstico que permitan manejar los fertilizantes de manera sostenible. En el laboratorio de suelos del Campo Experimental Norman E. Borlaug, se validaron los criterios de interpretación de la disponibilidad de fósforo por el procedimiento de Bray y Kurtz 1 (DOF, 2002). Para el diagnóstico de nitrógeno en trigo, se utiliza el análisis de la concentración de nitratos en la base del tallo a los 45 días después de la siembra y para el fósforo, su concentración total en planta completa. Un modelo simplificado de la relación del contenido de nitratos y rendimiento se observa en la Figura 1 (Cortés, Ortiz y Félix, 2006a).

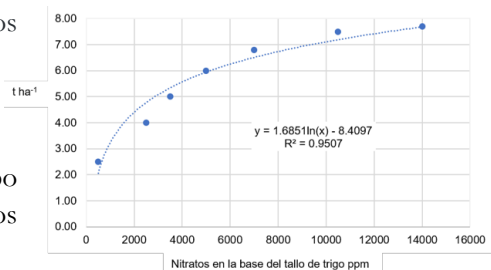


Figura 1. Relación entre la concentración de nitratos en la base del tallo y el rendimiento de trigo

Con el modelo anterior, se obtienen recomendaciones para la aplicación de fertilizante nitrogenado durante el primero o segundo riego de auxilio, lo cual se estima en base a la diferencia entre el rendimiento que predice el modelo en función de la concentración de nitratos, y un rendimiento potencial de 8.0 t ha⁻¹. El valor obtenido se multiplica por la extracción unitaria de nitrógeno y se ajusta a un 38% de eficiencia en la absorción de nitrógeno (Cortés *et al.*, 2006a). Por lo general, el modelo se ajusta bien para optimizar el rendimiento y el uso de nitrógeno, no obstante, se trabaja en el ajuste para incorporar el pronóstico de proteína. Sin embargo, existen casos en los que el análisis reporta una baja concentración de nitratos en la base del tallo, aun cuando se aplicaron 195 unidades de nitrógeno, lo cual se atribuye a que se fertilizó hasta el momento de la siembra y el nitrógeno no se ha movilizado hasta la zona radical por flujo de masa.

El efecto de la interacción del nitrógeno con fósforo y otros elementos, así como su relación con la absorción de los mismos, no se ha estudiado en las condiciones agro ecológicas del sur de Sonora, por lo cual se realizó este ensayo exploratorio, cuyo objetivo fue determinar el efecto de la concentración de fósforo sobre la concentración de nitratos en la base del tallo, y su relación con el rendimiento de trigo en el sur de Sonora.

2. Materiales y métodos

Esta evaluación se llevó a cabo durante el ciclo otoño-invierno 2017-2018 en las instalaciones del Campo Experimental Norman E. Borlaug del INIFAP, el cual se encuentra ubicado en el Block 910 del Valle del Yaqui, Sonora. Se determinó la concentración foliar de fósforo en planta completa y la concentración de nitratos en la base del tallo de trigo, en suelos con una disponibilidad de 12.2, 14.1 y 22.5 ppm de fósforo, con aplicación de 200 kg ha⁻¹ de fosfato

mono amónico (11-52-0 de NPK) en el suelo con 14.1 ppm de P, y 900 kg ha⁻¹ de fertilizante orgánico con 0.973% de fósforo en el suelo con 12.2 ppm de P, para un total de cinco tratamientos. Se aplicaron 600 kg ha⁻¹ de urea como fuente de nitrógeno en todo el ensayo. La fertilización se realizó 20 días antes del establecimiento del cultivo, se depositaron tres bandas de fertilizante por surco, en un primer paso se aplicó el fertilizante orgánico, después el fósforo y posteriormente el nitrógeno. El cultivo anterior fue trigo y se reutilizó el mismo surco.

La siembra se realizó en surcos a 80 cm de separación y dos hileras de plantas separadas a 30 cm. Se utilizó la variedad BAROYECA ORO C2013 con 100 kg ha⁻¹ de semilla. La fecha de siembra fue el 7 de diciembre de 2017. Se aplicó un riego de presiembra y cuatro riegos de auxilio. Después del primer riego de auxilio, se realizó una aplicación para el control de pulgón y maleza. Se utilizó un diseño en franjas de 8 surcos de 110 metros de longitud. En la etapa de inicio de encañe, a los 45 días después de la siembra, se determinó la concentración foliar de fósforo en la planta completa y de nitratos en la base del tallo. La digestión de las muestras para la determinación de fósforo se realizó en una mezcla de ácido nítrico, perclórico y sulfúrico en relación 10:1:0.25. La determinación de nitratos se realizó por método colorimétrico.

3. Resultados y discusión

Se encontró una estrecha relación entre la concentración foliar de fósforo en planta completa y la de nitratos en la base del tallo en trigo. Aunque a todos los tratamientos se les aplicaron 276 unidades de nitrógeno en forma de urea, la mayor concentración de nitratos en el base del tallo se asoció con la mayor concentración de fósforo total en planta completa (Figura 2).

Harper y Paulsen (1969), reportaron que una deficiencia de fósforo provocó una disminución en la actividad de la enzima nitrato reductasa y la reducción en la acumulación de nitratos en trigo. La deficiencia de fósforo en el suelo, limita la eficiencia en el uso de nitrógeno por las plantas. En maíz, la aplicación de 60 kg ha⁻¹ de fósforo, incrementó la absorción de nitrógeno con respecto al testigo sin fósforo. La recuperación aparente de nitrógeno disminuyó al incrementar la dosis de nitrógeno, pero se incrementó con la aplicación de fósforo (Fosu-Mensah y Mensah, 2016). Resultados similares se reportaron en sorgo, donde la aplicación de 4.4 g m⁻² de fósforo incrementó significativamente el contenido de nitrógeno en planta completa, hojas, tallos y raíces (Ercoli, Mariotti, Masoni y Massantini, 1996). Con base a los resultados, se consideró que el análisis de nitratos en la base del tallo para diagnosticar el potencial de rendimiento en trigo, debe considerar también la concentración de

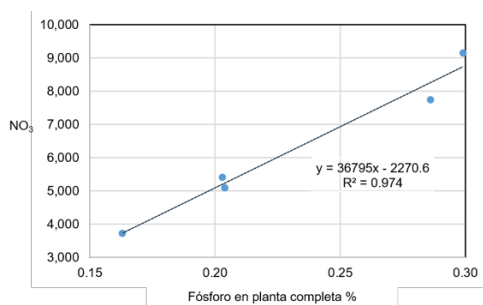


Figura 2. Relación entre la concentración de fósforo y de nitratos en trigo. CENEB-INIFAP

fósforo en planta completa, tomando en cuenta, que el mayor potencial de rendimiento se asocia con valores superiores a 0.3% de fósforo a los 45 días después de la siembra (Cortés, Ortiz y Félix, 2006b).

4. Conclusiones

La concentración de fósforo en planta completa y la de nitratos en la base del tallo están correlacionadas. El diagnóstico nutrimental de la concentración de nitratos y su relación con el rendimiento de trigo, depende de la concentración foliar de fósforo en planta completa.

Referencias

1. Cortés, J.J.M., Ortiz E.J.E. y Félix, V.P. 2006a. Estrategias para reducir los costos de producción en el cultivo de trigo. Memoria día del agricultor. Publicación especial No. 13. Campo Experimental Sur de Sonora. INIFAP. p. 9-12.
2. Cortés, J.J.M., Ortiz E.J.E. y Félix, V.P. 2006b. Diagnóstico nutrimental para fósforo en trigo. Folleto técnico No. 55. Campo Experimental Sur de Sonora. INIFAP. 24 p.
3. Ercoli, L., Mariotti, M., Masoni, A. and Massantini, F. 1996. Effect of temperature and phosphorus fertilization on phosphorus and nitrogen uptake by sorghum. *Crop Sci.* 36:348- 354.
4. Fosu-Mensah, B.Y. y Mensah, M. (2016). The effect of phosphorus and nitrogen fertilizers on grain yield, nutrient uptake and use efficiency of two maize (*Zea mays* L.) varieties under rain fed condition on Haplic Lixisol in the forest-savannah transition zone of Ghana. *Environmental Systems Research* 5:22. 17 p.
5. Harper, J.E. and Paulsen, G.M. 1969. Nitrogen Assimilation and Protein Synthesis in Wheat Seedlings As Affected by Mineral Nutrition. I. Macronutrients. *Plant Physiol.* (1969) 44, 69-74
6. Diario Oficial de la Federación (DOF). 2002. Norma oficial mexicana, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. NOM-021-RECNAT-2000. 31 de diciembre de 2002. 67 p.
7. SNITT. 2018. Agenda Mexicana Agroalimentaria. https://www.amexagro.mx/laravel/public/subsector/agricola/sistema_producto/35#tú recuperado el 13-09-2018.

Evaluación De Variedades De Cacahuete Con Tres Densidades De Siembra En El Valle Del Santo Domingo, B.C.S.

Cota Barreras Carlos, Melgoza Villagómez Claudia M., Gutierrez Pérez Erasmo, Avalos Castro Raúl

Sitio Experimental Valle de Santo Domingo¹ – CIR Noroeste, INIFAP avalos.raul@inifap.gob.mx

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de tres densidades de siembra (5, 8 y 10 semillas por m⁻¹) sobre el rendimiento de tres variedades de cacahuete (Bailey, ACI – 442 y Tamrun OL11), en el valle de Santo Domingo B.C.S. Adicionalmente se tomaron los datos fenológicos germinación, días a inicio de floración, formación de ginóforos y días a cosecha. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. La germinación se presentó a los 6 días después de la siembra (DDS), la floración a los 35 DDS y la formación de ginóforos a los 54 DDS, similar para todas las especies. La cosecha se realizó entre los 167 a 175 días después de la siembra. Se observó diferencia estadística entre densidades de siembra ($P < 0.05$) siendo la mejor la de 8 plantas por metro independientemente de la variedad, entre las cuales no se observó diferencia estadística ($P > 0.05$). En base a lo anterior se concluye que la densidad de siembra recomendada es la de 8 plantas por metro y la variedad Bailey.

Palabras Clave: *Arachis hypogaea* L, densidad, variedades, rendimiento.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of planting densities (5, 8 and 10 plant m⁻¹) on the yield of three peanut varieties (Bailey, ACI – 442 y Tamrun OL11), at Santo Domingo Valley, B.C.S. Additionally, phenology data were taken from germination to flowering, formation of gynophores and days to harvest. The experimental design used was a randomized block with split plot arrangement. Germination occurred 6 days after sowing (DDS), flowering at 35 DDS and formation of gynophores at 54 DDS, similar for all species. The harvest was carried out between 167 and 175 days after sowing. There was a statistical difference between planting densities ($P < 0.05$), being the better option 8 plants m⁻¹ independently of the variety; among varieties no statistical difference was observed ($P > 0.05$). Based on the above, it is concluded that the recommended sowing density is that of 8 plants m⁻¹ and the variety Bailey.

Key words: *Arachis hypogaea* L, density, varieties, yield.

1. Introducción

El cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) es una leguminosa muy valorada a nivel mundial. Está presente en la dieta de gran parte de la población y para muchos pueblos constituye la principal fuente de proteínas y lípidos (Zapata, Vargas y Vera, 2012). A nivel comercial se distinguen principalmente cuatro tipos; Runner y Virginia (var. *hypogaea*), español (var. *vulgaris*) y Valencia

(var. *fastigiata*) (Knauff, Norden y Gorbet, 1987), siendo el tipo Runner el más utilizado a nivel mundial. Es un cultivo de establecimiento primaveral, no tolera heladas y su período vegetativo puede alcanzar los 160 a 180 días (Faiguenbaum, 1983), sin embargo, también existen genotipos de ciclo corto que abarcan unos 130-150 días (Zapata *et al.*, 2012). Dentro de las diferentes prácticas agronómicas, la densidad de siembra es una práctica de manejo que determina la capacidad del cultivo de tomar recursos, pudiendo llegar a afectar de manera importante la captura y utilización de radiación, agua y nutrientes (Kruk y Satorre, 2003). La distribución espacial y la densidad de plantas no modifican el desarrollo fenológico del cacahuete (Giayetto, Cerioni y Amín, 2003), aunque sí afectan la acumulación de materia seca por planta, se ha observado que en densidades altas (56 plantas por m²) provocan una menor acumulación de biomasa aérea y de frutos por planta (Giayetto, Fernández y Cerioni, 2006). Mientras que las poblaciones de 25 a 30 plantas m² son densidades recomendadas, densidades mayores no mejoran el rendimiento de frutos ni los ingresos económicos de éste cultivo (Giayetto *et al.*, 2003). Por lo antes indicado, este trabajo tuvo por objetivo estudiar el efecto de tres densidades de siembra sobre el rendimiento de cacahuete tipo Runner y Virginia cultivados en el valle de Santo Domingo B.C.S.

2. Materiales y métodos

El experimento se realizó en las instalaciones de INIFAP-Sitio Experimental Valle de Santo Domingo, B. C. S.; localizado a los 25° 00' 50" latitud norte y 111° 39' 35" longitud oeste, en el ciclo P-V 2017. La siembra se realizó el 10 de agosto de 2017 en suelo seco y de forma manual. El método de siembra fue en cama de 1.60 m con dos hileras al centro separadas a 40 cm, en sistema de riego por goteo, utilizando una cinta por cama. Se evaluaron tres variedades de cacahuete: Bailey y ACI-442 (tipo Virginia), semilla ya tratada y Tamrun OL11 (tipo Runner) semilla que se trató con vitavax (Carboxim + captan) a razón de 200 ml/100 kg de semilla, los tres materiales fueron comerciales. Las densidades de siembras evaluadas fueron 5, 8 y 10 semillas m⁻¹ para cada variedad. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. La dimensión de la parcela experimental fue de tres camas de 5 m de largo y 1.6 m de ancho (24 m²) con tres repeticiones. La parcela útil constó de una cama de tres metros de largo y 1.6 m de ancho (4.8 m²). Se tomaron datos fenológicos de días a floración, formación de ginóforos o clavos, días a cosecha y rendimiento. Para la comparación del rendimiento entre tratamientos se utilizó un ANOVA y la comparación de medias se realizó a través de la prueba de Tukey (P≤0.05) con el paquete estadístico SAS (SAS, 2014).

3. Resultados y discusión

La germinación se presentó a partir de los seis días después de la siembra (DDS) para las tres variedades, lo cual coincide por lo reportado por Barrera, Díaz y Hernández, (2002) para 257 genotipos. La etapa de floración coincidió para los tres materiales evaluados presentándose a los

36 DDS, similar a lo observado por Cruz y López (2015) quienes además mencionan que la etapa reproductiva del cacahuate inicia en ésta fase. En esta misma etapa Joaquín *et al.*, (2005) reportaron floraciones, para cinco materiales, entre los 33 y 35 DDS. Para la etapa de formación de ginóforos o clavos, esta se presentó a los 54 DDS en todos los materiales, comparable a lo mencionado por Barrera *et al.*, (2002) quienes mencionan que el desarrollo de ginóforos ocurre entre los 40 y 60 DDS. Debido a la fecha de siembra tardía, el cultivo presentó un alargamiento en su ciclo, por lo cual la cosecha se llevó a cabo entre los 167 a 175 días después de la siembra.

En el Cuadro 1 se muestran los datos promedios del rendimiento entre las diferentes variedades, aunque estadísticamente no mostraron diferencia ($P > 0.05$), la variedad Bailey fue mayor en 103 kg a Tamrun y con 98.39 kg a ACI – 442. En siembras de temporal Joaquín *et al.*, (2005) reportan rendimiento promedio regional de dos años y cinco materiales, de los cuales cuatro fueron del tipo Virginia y un tipo española, con valores entre 1,600 y 1,800 kg ha⁻¹. Respecto a la densidad de siembra los resultados muestran diferencia estadística ($P < 0.05$), siendo mejor la de 8 semillas por metro. En cuanto a rendimiento para las diferentes densidades, por tratamiento, para cada variedad se observó que la mejor densidad para la variedad Bailey fue la de 8 semillas por metro, para la variedad Tamrun OL11 la mejor densidad fue la de 10 semillas por metro y finalmente para la variedad ACI-442 la mejor densidad fue la de 8 semillas por metro. Cantúa, Ochoa y Montoya (2010) reportan que la mejor densidad es sembrar de 9 a 11 granos por metro lineal, rango utilizado en el presente trabajo al tener densidades de 8 y 10 plantas por metro. Mencionan rendimientos promedios de 2,000 a 3,500 kg/ha⁻¹ para siete variedades, aunque no se especifica rendimientos por variedad, lo cual no se asemejan a los resultados obtenidos en el presente trabajo, alcanzando un promedio máximo de 1,781 kg/ha⁻¹.

Cuadro 1. Comparación del rendimiento de tres variedades de cacahuate y tres densidades de siembra en el valle de Santo Domingo

Variedad	Densidad de siembra			\bar{X} (kg ha ⁻¹)
	5	8	10	
Bailey	1,663.19	2,076.39	1,604.19	1,781.25 ^a
Tamrum	1,395.83	1,760.41	1,878.47	1,678.23 ^a
ACI-442	1,506.94	1,836.80	1,704.86	1,682.86 ^a
\bar{X} (kg ha ⁻¹)	1,521.98 ^b	1,891.20 ^a	1,729.17 ^{ab}	

^{ab} Diferentes literales entre columnas e hileras, indican diferencia estadística Tukey ($P \leq 0.05$).

4. Conclusiones

Existe diferencia entre densidades de siembra no así entre variedades y se recomienda, independientemente de la variedad, sembrar a una densidad de 8 semillas por metro. Para esta densidad la variedad con el mejor comportamiento fue Bailey.

Referencias

1. Barrera, O. A., V. Díaz. B y L. Hernández. A. 2002. Producción del cultivo de cacahuete en el estado de Morelos. C. E. ZACATEPEC-CENTRO DE INVESTIGACION REGIONAL DEL CENTRO-INIFAP. Zacatepec, Morelos. 34 pp.
2. Cantúa, A. J., X. M. Ochoa. E y L. Montoya. C. 2010. Guía para producir cacahuete en el sur de Sonora. CENEB-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora. 16 pp.
3. Cruz, C. F. J y A. López. L. 2015. Cacahuete. In Agenda técnica agrícola de Chiapas. SAGARPA-CENASICA-INIFAP. México, D. F. 249 pp.
4. Faiguenbaum, H. 1983 Cultivo del maní. Revista el Campesino 11422-29.
5. Giayetto, O.; Cerioni, G.; Amín, M. 2003 Use of asymptotic model to obtain optimum plant density in peanut (*Arachis hypogaea* L.). Peanut Science and Technology 32: 5-13.
6. Giayetto, O.; Fernandez, E.; Cerioni, G. 2006 Fecha y modelos de siembra, In: Fernández, E., Giayetto, O. (eds.), El cultivo de maní en Córdoba. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Argentina, pp. 157-169.
7. Joaquín, T. I. C., J. H. Hernández. S., S. Sánchez. D., A. Barrera. O., S. Alvarado. M., C. Martínez. G., A. Muñoz. O., A. Santacruz. V y M. Suriano. B. 2005. Guía para cultivar cacahuete de temporal en la cuenca del Alto Balsas. C. E. Zacatepec - Centro de investigación regional del centro-INIFAP. Zacatepec, Morelos. 29 pp.
8. Knauff, D.; Norden, A.; Gorbet, D. 1987 Peanut. In Fehr, W. (ed.), Principles of cultivar development. Macmillan Publishing, NY, USA, pp. 346-384.
9. Kruk, B.; Satorre, E. 2003 Densidad y Arreglo Espacial del cultivo. In Satorre, E. *et al.* (eds.), Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía UBA, Buenos Aires, Argentina, pp. 279-318.
10. SAS Institute Inc. 2014. SAS-Statistical Analysis Software for Windows Versión 9.3. Cary, NC: SAS Inst. Inc.
11. Zapata N, Vargas M. y Vera, F. 2012. Crecimiento y productividad de dos genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.) según densidad poblacional establecidos en Ñuble, Chile. IDESIA (Chile) Volumen 30: 47 – 53.

Selección De *Bacillus* Spp. Y *Trichoderma* Spp. Como Promotores De Crecimiento En Garbanzo Blanco (*Cicer Arietinum* L.)

Esquivel-Lugo A.¹, López -Valenzuela B. E.¹, Armenta-Bojórquez A. D.², Valenzuela-Escoboza F. A.¹, Armenta-Medina A.³

¹Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte

blancalopezvzla@favf.mx

²Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa

³Cinvestav-Irapuato

Resumen

La producción de garbanzo blanco (*Cicer arietinum* L.) se destina principalmente a la exportación, por lo que es una importante fuente de divisas para el país con una superficie de siembra de 80 mil has a nivel nacional y un rendimiento de 1.958 ton ha⁻¹(SIAP-SAGARPA, 2017). En garbanzo blanco, la fertilización es una práctica generalizada por los agricultores en el noroeste de México, los fertilizantes sintéticos tienen un efecto adverso en la salud de los seres humanos y el medio ambiente, por lo que es necesario buscar alternativas para la nutrición de los cultivos, a través de biofertilizantes, todo en el marco de la sostenibilidad, por lo que en este trabajo se seleccionaron cepas nativas de *Bacillus* spp. y *Trichoderma* spp. en garbanzo para reducir o sustituir la fertilización sintética. En condiciones de invernadero se obtuvieron cepas nativas de *Bacillus* spp. y *Trichoderma* spp. que mostraron incrementos significativos en peso seco y altura de planta similares al tratamiento fertilizado con 80 kg de N ha⁻¹. Las dos mejores cepas de *Bacillus* fueron K4 y K3 con una producción de follaje en peso seco de 2.07 y 1.91 g por planta respectivamente, ambas cepas con rendimiento significativamente más alto que el tratamiento no fertilizado. Las tres mejores cepas de *Trichoderma* fueron la A7 con una producción de 2.16 g por planta en peso seco de follaje y la cepa A22 con 2.06 g por planta y A21 con 1.96 g por planta, las tres cepas con una producción significativamente superior al control (0.87 g), tratamiento sin fertilización. Estos resultados nos dan una alternativa más para el manejo sustentable de Garbanzo en la región.

Palabras Clave: Microorganismos, Inoculo, biofertilización.

Abstract

The production of white chickpea (*Cicer arietinum* L.) is mainly destined for export, which is why it is an important source of foreign currency for the country with a planting area of 80 thousand hectares nationwide and a yield of 1,958 ton ha⁻¹(SIAP-SAGARPA, 2017). Synthetic Fertilization of White Chickpea is a widespread practice by farmers in northwestern Mexico, this extensive practice has an adverse effect on the health of humans and the environment, so it is necessary to look for alternative forms of nutrition of crops, through biofertilizers, all in the framework of sustainability. In this work we selected native strains of *Bacillus* spp. and *Trichoderma* spp., for potential use as biofertilizer in chickpea, we evaluate their performance as a substitute of the

synthetic fertilization. In greenhouse conditions, fertilization with native strains of *Bacillus* spp. and *Trichoderma* spp. produce significant increases in dry weight and plant height like the treatment with synthetic fertilizer (80 kg of N ha⁻¹). The two best strains of *Bacillus* were K4 and K3 with a foliage production in dry weight of 2.07 and 1.91 g per plant respectively, both strains with significantly higher yield than the unfertilized treatment. The three best strains of *Trichoderma* were A7 with a production of 2.16 g per plant in dry weight of foliage and strain A22 with 2.06 g per plant and A21 with 1.96 g per plant, the three strains with a production significantly higher than the control (0.87 g), treatment without fertilization. These results give us an alternative for the sustainable management of Garbanzo in the region.

Key words: Microorganisms, inoculum, biofertilization.

1. Introducción

La producción de garbanzo blanco es destinada principalmente para exportación, se considera una fuente importante de divisas para el país. La fertilización es una práctica común por los agricultores en este cultivo en el Noroeste de México, para obtener altos rendimientos y sobre todo mayor tamaño de grano (calibre de grano), se recomienda fertilizar hasta con 80 kilogramos de nitrógeno por hectárea, después de un cultivo agotador como cártamo (INIFAP 2015), la dosis de nitrógeno sugerida puede variar de acuerdo al análisis de suelo. Los fertilizantes minerales, cuyos efectos colaterales adversos al medio ambiente, exigen el desarrollo de nuevas opciones biorracionales, como son los biofertilizantes (Rabie y Humiany, 2004). Los biofertilizantes son preparados de microorganismos, aplicados al suelo y/o la planta, con el fin de sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética, así como disminuir la contaminación generada por los agroquímicos (Armenta-Bojórquez *et al*, 2010). El género *Bacillus* son bacterias Gram positiva, aerobio, facultativo comúnmente encontradas en el suelo. Tiene la habilidad para formar una resistente endospora protectora, permitiendo al organismo tolerar condiciones ambientalmente extremas, promueve el crecimiento y rendimientos de las plantas, mediante el fomento de la absorción de nutrimentos minerales, síntesis de fitohormonas y la supresión de enfermedades (Costacurta y Vanderleyden, 1995; Guillén-Cruz *et al*, 2006; Pinton *et al*, 2001). *Trichoderma* es un género de hongos considerados cosmopolitas porque se encuentran en casi todos los suelos de las zonas climáticas del mundo y son importantes descomponedores de materiales leñosos y herbáceos, mejora la absorción de nutrientes, incluyendo, al nitrógeno, la solubilidad de los nutrientes del suelo, mayor desarrollo de las raíces, aumento de la formación de pelos radicales y contribuye en el control biológico de enfermedades (Harman, 2006). Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue seleccionar cepas nativas de *Bacillus* spp. y *Trichoderma* spp. evaluadas en garbanzo blanco con el fin de reducir o sustituir la fertilización sintética.

2. Materiales y métodos

A. Muestreo de suelo con raíces. Se obtuvieron un total de 26 muestras de suelos y raíces de plantas de cultivos de leguminosas, principalmente garbanzo, en los Valles de Angostura,

Guasave y Ahome. Las muestras con suelos y raíces se llevaron al laboratorio para obtener suelo de la rizosfera de cada planta, de este suelo se obtuvieron los aislados de *Bacillus* y *Trichoderma*.

B. Aislamiento de Bacillus. Para aislar *Bacillus*, un gramo de la rizosfera se diluyó en solución salina estéril (NaCl 0.85%); se agitó y se pasteurizó a 80°C en baño maría por 15 minutos, se sembró 1 mL de inóculo en 9 mL de infusión de papa dextrosa (IPD) estéril. Se incubó a 37° C por 24 horas, se pasteurizó de nuevo a 80°C por 20 minutos y se sembró en placas con medio de cultivo agar nutritivo (AN). Las colonias que presentaron las características morfológicas de *Bacillus* (colonia irregular plana, color crema sin brillo), se sembraron en cajas con AN por estría y se incubaron. Los aislados se preservaron en tubos con AN inclinado.

C. Aislamiento de Tichoderma. Los aislados de *Trichoderma* spp. se obtuvieron mediante la técnica reportada por Papavizas y Davey (1959). Se mezcló dextrosa, peptona, extracto de levadura, NH₄NO₃, K₂HPO₄, MgSO₄ 7H₂O, extracto de bilis de buey, propionato de sodio, agar y agua destilada hasta completar 1 L. El medio fue esterilizado a 20 lb/pulg² por 15 minutos a 120 °C, y posteriormente se añadió amoxicilina como antibiótico. Cuando el medio estuvo a una temperatura de 40 a 45°C se transfirió a placas petri. Antes de solidificar, se sembraron 50 mg de suelo en cada placa y se incubaron hasta crecer el micelio característico del género *Trichoderma*.

D. Selección de cepas de Bacillus y Trichoderma. En condiciones de invernadero se establecieron dos experimentos, uno para seleccionar cepas de *Bacillus* y el otro para seleccionar cepas de *Trichoderma*.

En ambos experimentos de selección (experimento 1= *Bacillus* y experimento 2= *Trichoderma*) los tratamientos fueron las diferentes cepas aisladas, más dos tratamientos uno con fertilización nitrogenada (80 kg de N ha⁻¹) y un tratamiento (control) con medio de cultivo (infusión de papa) sin nitrógeno y sin microorganismo, cada tratamiento con cuatro repeticiones, en un diseño experimental completamente al azar, la unidad experimental fue una maceta con un volumen de 1.5 L la cual se llenó con sustrato estéril. Una mezcla de suelo más sustrato peat-moss en una proporción de 3:1 suelo-sustrato. Se evaluaron las mismas variables de respuesta en los dos experimentos.

E. Variables fisiológicas evaluadas

Altura de planta. Para medir la altura de planta, se utilizó una regla graduada en el total de plantas, considerando como altura de la planta la longitud comprendida desde el cuello hasta el último brote, para obtener el promedio de altura, la que se reportó en (cm).

Peso seco de follaje. En el peso seco de follaje, el follaje de las plantas correspondiente a cada unidad experimental se lavó y colocó en bolsas de papel estraza previamente etiquetada. Éstas se introdujeron en un horno de secado con recirculación de aire a 70°C por 72 h, posteriormente se pesaron en una balanza granataria digital para cuantificar el peso seco en (g). Posteriormente el follaje fue molido para su análisis de concentración nutrimental.

F. Análisis de los datos. Los resultados obtenidos para la evaluación de *Trichoderma* y *Bacillus* con potencial en la promoción de crecimiento en garbanzo se sometieron a un análisis de

varianza empleando el Sistema de Análisis Estadístico (SAS versión 9.1, 2003) y para la comparación de medias se realizó una prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) del mismo programa.

3. Resultados y discusión

Peso seco y altura de planta en experimento de selección de cepas de *Bacillus*. La evaluación de las cepas de *Bacillus* con mayor producción en peso seco de follaje y altura de planta fueron la K4, K3 y K9, presentaron diferencia estadística significativa con el tratamiento control (14) (sin nitrógeno y sin *Bacillus*) (0.87 g) pero fueron estadísticamente iguales al tratamiento 13 (fertilizado con 80 kg N ha⁻¹) (0.53 g). Cuadro 1.

Cuadro 1. Comparación de media de tratamientos en peso seco de follaje y altura de planta en el experimento de selección de cepas de *Bacillus* en garbanzo

Nº de tratamiento	Descripción	Peso seco de follaje (g)	Altura de planta (cm)
1	K1	1.31 abc	31.50 a
2	K2	1.73 abc	34.25 a
3	K3	1.91ab	33.00 a
4	K4	2.07a	32.75 a
5	K5	1.59 abc	29.25 a
6	K6	1.03 bc	26.50 a
7	K7	1.46 abc	33.25 a
8	K8	1.51 abc	32.00 a
9	K9	1.88 ab	37.75 a
10	K10	1.49 abc	30.25 a
11	K11	1.55 abc	37.00 a
12	K12	1.75 abc	35.50 a
13	80kg N ha ⁻¹	1.56 abc	29.75 a
14	0 kg N ha ⁻¹	0.87 c	30.75 a

Medias con letras iguales en cada columna no presentan diferencia significativa según, Tukey ($P \leq 0.05$)

Peso seco y altura de planta en experimento de selección de cepas de *Trichoderma*.

La mayor producción de peso seco de follaje y altura de planta se dio con las cepas de *Trichoderma* (A7) y (A22) cuanto con respecto al testigo, no presentaron diferencias estadísticas entre sí, pero presentaron significativamente mayor peso seco que el tratamiento control (0 kg N ha⁻¹)(Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de media de tratamientos en peso seco de follaje y altura de planta en el experimento de selección de cepas de *Trichoderma* en garbanzo

Nº de tratamiento	Descripción	Peso seco de follaje (g)	Altura de planta (cm)
1	A1	1.50 ab	39.25 a
2	A2	1.61 ab	37.00 ab
3	A4	1.55 ab	39.75 a
4	A7	2.16 a	39.00 a
5	A22	2.06 a	37.50 ab
6	A15	1.61 ab	36.50 ab
7	A16	1.53 ab	32.65 ab
8	A21	1.96 b	39.00 a
9	A10	1.50 ab	34.25 ab
10	A11	1.55 ab	33.25 ab
11	A12	1.71 ab	35.25 ab
12	A14	1.67 ab	32.50 ab
13	80kg N ha ⁻¹	1.60ab	37.00 ab
14	0 kg N ha ⁻¹	0.75 b	27.50 b

Medias con letras iguales en cada columna no presentan diferencia significativa según, Tukey ($P \leq 0.05$)

4. Conclusiones

Se obtuvieron cepas nativas de *Bacillus* y *Trichoderma* con efecto promotor de crecimiento en garbanzo, con incrementos significativos en peso seco (1.20 g con *Bacillus* y 0.56 g con *Trichoderma*) y altura de planta (8.0 cm con *Bacillus* y 2.75 cm con *Trichoderma*) comparados al tratamiento fertilizado con 80 kg de N ha⁻¹.

Referencias

1. Armenta-Bojórquez, A. D., García-Gutiérrez, C., Camacho-Báez, J. R., Apodaca-Sánchez, M. A., Gerardo-Montoya, L., y Nava-Pérez, E. (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai*, 6, 51-56.
2. Armenta, B. A. D., Ferrera, R., Trinidad, S. A., y Volke, H. V. (1986). Fertilización e Inoculación con *Rhizobium* y Endomicorrizas (V-A) en Garbanzo Blanco (*Cicer arietinum* L.) en Suelos del Noroeste de México. *Agrociencia*, 65, 141-160.
3. Bashan, Y., y Holguin, G. (1998). Proposal for the division of plant growth- promoting rhizobacteria into two classifications: biocontrol PGPB (plant growth-promoting bacteria) and PGPB. *Soil Biology Biochemistry*, 30, 1225-1228.
4. Buckman, O. H., y Brady, C. N. (1970). *Naturaleza y Propiedades de los suelos*. Ed. Montoner y Simon, S.A. Barcelona, España.
5. Chena, G. R., Crispin, M.A. y Larrea R.E. (1981). *Cultivo de garbanzo (Cicer arietinum L.) en producción de granos y forrajes*. 2ª Ed. Editorial Limusa, México.
6. Costacurta, A., and Vanderleyden, J. (1995). Synthesis of phytohormones by plant-associated bacteria. *Crit. Microbiology*, 21,1-18.

7. Dart, P. J., Islam, R. y Eaglesham, A. (1975). The root Nodule simbiosis of Chickpea and Pigeonpea In; ICRISAT International Work-Shop in grain Legume. Begumpet Hyderabad, India.
8. Doberiner, J., Urquiaga, S., Boddey, R. M., and Ahmad, N. (1995). Alternatives for nitrogen of crops in tropical agriculture. Nitrogen Economy in tropical Soil. Fertilizar Research, 42,339-346.
9. Harman, G. E. 2006. Overview of mechanisms and uses of Trichoderma spp. Phytopathology. 96,190-194.

Rendimiento Y Calidad De Grano En 11 Líneas Elite De Garbanzo En Avance Generacional (F₉) En La Costa De Hermosillo, Sonora, México

Fierros-Leyva Gustavo Adolfo¹, Ortega-Murrieta Pedro Francisco¹, Acosta-Gallegos Jorge Alberto², Padilla-Valenzuela Isidoro³, Rodríguez-Cota Franklin Gerardo⁴, Valenzuela-Herrera Víctor⁵, Saucedo-Acosta Raúl Hipólito⁴

¹Campo Experimental Costa de Hermosillo. fierros.gustavo@inifap.gob.mx

²Campo Experimental Bajío

³Campo Experimental Norman E. Borlaug

⁴Campo Experimental Valle del Fuerte

⁵Campo Experimental Valle de Culiacán

Resumen

El Garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es uno de los principales cultivos anuales y la tercera leguminosa de mayor consumo a nivel mundial. En 2013 México ocupó el octavo lugar en la producción de garbanzo con 209,941 t y el cuarto lugar en rendimiento con 1.82 t ha⁻¹. Se llevó a cabo un experimento con el objetivo de evaluar 11 líneas de garbanzo en avance generacional F₉ originadas por las cruces realizadas en el 2008 y la variedad testigo Blanco Sinaloa 92. En resultados obtenidos en rendimiento de grano, este no fue estadísticamente significativo (DMS 0.05). Las líneas Hoga 2008-7-21 y Hoga 2008-5-4, superaron en 12 y 7% respectivamente a Blanco Sinaloa 92, en calibre de exportación Hoga 2008-6-2 superó a Blanco Sinaloa 92 y en porcentaje de exportación no fue estadísticamente significativo (DMS 0.05).

Palabras Clave: Líneas de garbanzo, familias, generaciones filiales, genotipos.

Abstract

The chicken (*Cicer arietinum* L.) is one of the main annual crops and the third legume with the highest consumption worldwide. In 2013, Mexico ranked eighth in chickpea production with 209,941 t and fourth place in yield with 1.82 t ha⁻¹. An experiment was carried out with the objective of evaluating 11 chickpea lines in generational advance F₉ originated by crosses made in 2008 and the control variety Blanco Sinaloa 92. In results obtained in grain yield, this was not statistically significant (DMS 0.05). The lines Hoga 2008-7-21 and Hoga 2008-5-4, exceeded 12% and 7% respectively to Sinaloa 92, in export size Hoga 2008-6-2 exceeded Blanco Sinaloa 92 and as an export percentage it was not statistically significant (DMS 0.05).

Key words: Chickpea lines, families, daughter generations, genotypes.

1. Introducción

El garbanzo es la segunda leguminosa de grano en importancia mundial después del frijol, el grano blanco grande (Tipo “Kabuli”) es utilizado para consumo humano y cubre nichos de mercado de exportación en Europa y el Medio Oriente (Yadav *et al.*, 2007). No solamente por su alto valor como cadena alimentaria, también es considerado como una fuente importante de proteínas para millones de personas en países en desarrollo (Jukanti, Gaur, Gowda y Chibbar 2012). En la región noroeste de México, el garbanzo que se produce es tipo Kabuli de grano extra grande de alta calidad, para exportación lo que ha dado reconocimiento internacional al garbanzo producido en México (Gallardo, 2011) generando al país ingresos por alrededor de 2,257 millones de pesos con una superficie cosechada en esta región del país en los últimos tres años (2016-2018) de 96.447 ha, con rendimiento promedio de 1.820 t ha⁻¹ y con una producción de 175,115 toneladas anuales (SIAP, 2018). Sin embargo, por la presión del mercado internacional por grano de mayor tamaño (calibre) y la alta incidencia de patógenos del suelo que causan la secadera y marchitez y pudriciones de raíz (Saxena, 1984). Se necesita generar nuevas variedades con características superiores a las anteriores, que permitan satisfacer el sector de mercado internacional que atiende México (Carrillo, 2010; Manjarrez, Gómez y Salinas 2010). El programa de mejoramiento genético de garbanzo del INIFAP con sede en el Campo Experimental Costa de Hermosillo genera y desarrolla genotipos que cumplan con los objetivos de calidad de grano de garbanzo que demandan los consumidores. El objetivo de este estudio fue determinar el rendimiento y calidad de grano de líneas F₉ en la costa de Hermosillo.

2. Materiales y métodos

En el Campo Experimental Costa de Hermosillo, en el 2015-16 se evaluaron 11 líneas o genotipos de garbanzo en avance generacional F₉ originadas por las cruas realizadas en el 2008 y la variedad testigo Blanco Sinaloa 92. El experimento se estableció con riego presurizado en cintas calibre 6000, con gasto de 0.89 l/h/gotero, las cintas estuvieron distribuidas a 1.6 m de separación, la siembra se hizo a doble hilera con separación entre hileras de 50 centímetros, la parcela experimental y útil fue de 8m², el diseño utilizado fue en bloques al azar con cuatro repeticiones. La siembra se hizo en diciembre del 2015 en seco, depositando alrededor de 16 semillas por metro lineal, posterior a la fecha se aplicó oxyfluorfen para el control de maleza en dosis de 0.250 g ia/ha incorporándose con agua de riego, las variables medidas fueron: Rendimiento de origen, rendimiento de exportación, calibre de origen, calibre de exportación y porcentaje de exportación, y se caracterizó porte de planta y dosel de cada genotipo. A los resultados obtenidos se les realizó prueba de medias utilizando la prueba de DMS (0.05).

3. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos indican que en rendimiento de origen y de exportación, no se detectó significancia estadística DMS (0.05), entre genotipos, este valor fluctuó desde 1.91 hasta

1.34 t ha⁻¹ en rendimiento de origen y de 1.81 a 1.30 t ha⁻¹ en rendimiento de exportación, las familias Hoga 2008-7-21 y Hoga 2008-5-4, superaron a Blanco Sinaloa 92 en 12 y 7% respectivamente, en calibre de origen el cual se obtiene al estimar la cantidad de granos necesarios para completar 30 gramos directamente de la cosecha del campo, es decir antes de la criba, en esta variable se detectó significancia estadística, DMS (0.05) entre genotipos, sobresaliendo Hoga 2008-6-2, Hoga 2008-4-16 y Blanco Sinaloa 92 con 38, 40 y 40 granos/30g (Cuadro 1).

La variable calibre de exportación se determina con la cantidad de granos necesaria para completar 30 gramos de grano cribado en malla de 9 mm. En esta variable se detectó significancia estadística con la prueba de DMS (0.05), los genotipos Hoga 2008-6-2, Hoga 2008-4-16 y Hoga 2008-6-1, fueron los de mejor comportamiento en calibre de exportación con valores de 37,38 y 39 granos/30g, superando a la variedad testigo Blanco Sinaloa 92 en 3, 2 y 1 punto respectivamente. Los genotipos Hoga 2008-7-6 y Hoga 2008-5-1 presentaron los calibres más delgados con 46 granos/30 g (Cuadro 2). Blanoro y Blanco Sinaloa 92, mantienen un promedio en calibre de 44-48, como la mayoría de las líneas debido al proceso de selección (Valenzuela *et al.*, 2017).

Cuadro 1. Rendimiento de origen de grano, rendimiento de exportación y calibre de origen, de familias de garbanzo evaluadas en el 2015-16, Costa de Hermosillo, Sonora

Genotipo / familia	2015-16, Costa de Hermosillo, Sonora		
	Rendimiento de origen t/ha	Rendimiento de exportación t/ha	Calibre de origen
Hoga 2008-6-2	1.34	1.30	38 *
Hoga 2008-5-6	1.72	1.65	45
Hoga 2008-6-1	1.57	1.48	41
Hoga 2008-7-6	1.44	1.31	48
Hoga 2008-6-8	1.61	1.51	44
Hoga 2008-7-21	1.91	1.81	46
Hoga 2008-5-4	1.81	1.70	45
Hoga 2008-6-9	1.54	1.43	44
Hoga 2008-4-16	1.59	1.53	40 *
Hoga 2008-5-1	1.77	1.65	46
Hoga 2008-5-15	1.63	1.53	45
Blanco Sinaloa 92	1.68	1.62	40 *
C.V.	17.02	2.97	5.13
DMS 0.05%	NS	NS	3.2

*Genotipos estadísticamente superiores, según la Diferencia Mínima Significativa (0.05).

Cuadro 2. Calibre de exportación, porcentaje de exportación, tipo de planta y dosel de familias de garbanzo evaluadas en el 2015-16, Costa de Hermosillo, Sonora

Genotipo / familia	2015-16, Costa de Hermosillo, Sonora			
	Calibre de exportación	Porcentaje de exportación	Tipo de planta	Dosel
Hoga 2008-6-2	37 *	97	se	sc
Hoga 2008-5-6	44	96	se	sa
Hoga 2008-6-1	39 *	94	e	sc
Hoga 2008-7-6	46	91	e	sc
Hoga 2008-6-8	42	94	se	sa
Hoga 2008-7-21	45	95	se	sa
Hoga 2008-5-4	45	94	se	sa
Hoga 2008-6-9	40	93	se	sa
Hoga 2008-4-16	38 *	96	se	sa
Hoga 2008-5-1	46	93	se	sa
Hoga 2008-5-15	44	94	se	sa
Blanco Sinaloa 92	40	96	se	sa
C.V.	4.99	5.22		
DMS 0.05%	2.71	NS		

*Genotipos estadísticamente superiores, según la Diferencia Mínima Significativa (0.05).

En la variable porcentaje de exportación la cual se mide al pasar el grano por una malla de 9mm, el análisis estadístico de los datos no detectó diferencia significativa (Tukey $P \leq 0.05$). Los valores más altos fueron obtenidos con los genotipos Hoga 2008-6-2 con 97% de grano de exportación, Hoga 2008-5-6, Hoga 2008-4-15 y la variedad Blanco Sinaloa 92 con 96% de exportación cada uno. Hoga 2008-7-6 fue la que presentó menor porcentaje de exportación (Cuadro 2). A estos genotipos de los caracterizó el tipo de planta, así como la distribución del dosel. Estas dos características se consideran muy importantes cuando se toma la decisión de liberar una variedad, y de acuerdo a esta información los genotipos Hoga 2008-6-1 y Hoga 2008-7-6 presentaron planta de tipo erecto con dosel semicompacto, el resto de los genotipos mostraron tipo de planta semierecta con dosel semiabierto (Cuadro 2).

4. Conclusiones

Hoga 2008-7-21 y Hoga 2008-5-4, superaron a Blanco Sinaloa 92 en rendimiento de grano en 12 y 7%. Hoga 2008-6-2, Hoga 2008-4-16 y Hoga 2008-6-1, superaron a Blanco Sinaloa 92 en calibre de exportación con 37,38 y 39 granos/30g.

Referencias

1. Carrillo, F. J. A. 2010. Manejo de la rabia del garbanzo. En: VII Jornada de transferencia de tecnología del cultivo del garbanzo. Memoria de capacitación. Fundación Produce Sinaloa A.C. pp 31-36

2. Gallardo, M. J. 2011. Comercialización y tendencias de precios para el cultivo del garbanzo. En: Memoria de capacitación. Fundación Produce Sinaloa A.C. pp 43-57.
3. Jukanti A.K., Gaur P.M., Gowda C.L.L., y Chibbar R.N. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum*): a review British Journal of Nutrition. 1008,11-26.
4. Manjarrez, S. P., Gómez, G. L. y Salinas, P. R. A. 2010. Formación de variedades de garbanzo para exportación en Sinaloa. En: Avances de investigación 2009 del CEVACU. Publicación especial No. 12. INIFAP. 87 p.
5. Saxena, N.P. 1984. Chickpeas. In. The Physiology of Tropical Field Crops. P. R. Goldsworthy and N.M. Fisher eds. John Wiley and Sons Ltd. New York, N.Y. U.S.A. p. 419-451.
6. SIAP. 2015. Consulta en línea, 13 de julio 2018. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do
7. Valenzuela, H.V., López G.J.A., Ortega M.P.F., Fierros L.G.A., Padilla V.I. y Ramírez S.M. 2017. Comparación del rendimiento y tamaño de granos de genotipos de garbanzo en dos localidades del estado de Sinaloa. *In*. V Simposio Nacional de Garbanzo. INIFAP-CIRNO-CECH. Memoria científica No. 11. Pp. 71-75. Vieira de F.F.A., Ortega M.P.F., Fierros L.G.A. y Maldonado N.L.A. Edts.
8. Yadav, S.S., N. Longnecker, S. Dusuncell.G. Bejiga, M. Yadav, A.H. Rizvi, M. Manohar, A.A. Reedy, Z. Xaxico and W. Chen. 2007. Uses, consumption and utilization. pp. 72-100, In: Chickpea Breeding and Management. S.S. Yadav, R.J. Reeden, W. Chen, B. Sharma (edts), UK by Cromwell Press, Trowbridge.

Efecto De La Sequía Terminal En Siete Variedades De Garbanzo Tipo Kabuli, Costa De Hermosillo, Sonora, México

Fierros-Leyva Gustavo Adolfo¹, Ortega-Murrieta Pedro Francisco¹, Acosta-Gallegos Jorge Alberto², Padilla-Valenzuela Isidoro³, Rodríguez-Cota Franklin Gerardo⁴, Valenzuela-Herrera Víctor⁵, Saucedo-Acosta Raúl Hipólito⁴

¹Campo Experimental Costa de Hermosillo. fierros.gustavo@inifap.gob.mx

²Campo Experimental Bajío

³Campo Experimental Norman E. Borlaug

⁴Campo Experimental Valle del Fuerte

⁵Campo Experimental Valle de Culiacán

Resumen

A nivel global, el garbanzo se siembra principalmente en condiciones de humedad residual, con baja disponibilidad de humedad en el suelo al final del ciclo del cultivo. En el ciclo otoño-invierno 2014-15, se evaluaron 7 variedades de garbanzo en dos ensayos, uno con riego durante todo el ciclo y el otro con suspensión de riego a partir del inicio de floración. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con arreglo de bloques al azar con tres repeticiones. Los estimadores de eficiencia fueron el índice de susceptibilidad a sequía (ISS), la media geométrica (MG) y el índice de eficiencia relativa (IER). El decremento del rendimiento por efecto de sequía fue 82.2%, con valores de ISS < 0.70, Tequi Blanco 98 y Blanoro fueron las más tolerantes, mientras que Blanco Sinaloa 92 y Blanco Magdalena 95 las más susceptibles con ISS > 0.86. Tequi Blanco 98 y Blanoro obtuvieron las mayores MG con 650.15 y 647.89, Tequi Blanco 98 obtuvo el mayor IER con 1.48. Con estos dos índices se identificaron las variedades con alto rendimiento en las dos condiciones de humedad, mientras que con el ISS se identificaron los de menor reducción del rendimiento por sequía. El objetivo de este trabajo fue identificar variedades con tolerancia a sequía, y alta eficiencia en rendimiento en ambas condiciones de humedad.

Palabras Clave: clima, sequía terminal, kabuli, stress hídrico.

Abstract

At a global level, the chickpea is sown mainly in conditions of residual humidity, with low availability of moisture in the soil at the end of the crop cycle. In the autumn-winter 2014-15 cycle, 7 varieties of chickpea were evaluated in two trials, one with irrigation during the whole cycle and the other with irrigation suspension from the beginning of flowering. A split plot design with random block arrangement with three replications was used. The efficiency estimators were the drought susceptibility index (ISS), the geometric mean (MG) and the relative efficiency index (IER). The decrease in yield due to drought effect was 82.2%, with values of ISS < 0.70, Tequi Blanco 98 and Blanoro were the most tolerant, while Blanco Sinaloa 92 and Blanco Magdalena 95 were the most susceptible with ISS > 0.86. Tequi Blanco 98 and Blanoro obtained

the highest MG with 650.15 and 647.89, Tequi Blanco 98 obtained the highest IER with 1.48. With these two indices, the varieties with high yield in the two moisture conditions were identified, while with the ISS the ones with the lowest yield reduction due to drought were identified. The objective of this work was to identify varieties with tolerance to drought, and high efficiency in yield in both moisture conditions.

Key words: climate, terminal drought, kabuli, water stress.

1. Introducción

A pesar de que el garbanzo es conocido por su mayor tolerancia a la sequía en comparación con otras leguminosas de grano, la sequía reduce su rendimiento y puede causar la falla total del cultivo (Turner, Wright and Sidique 2001). Uno de los principales atributos del garbanzo es la capacidad de su sistema radical para explorar el suelo en busca de humedad y lograr producción con menor cantidad de agua que otros cultivos (Guriqbal, Ram, Aggarwal and Turner 2016). Pushpavalli *et al.*, (2014), mencionan que hay gran interacción genotipo x ambiente debido a la variación genética para rendimiento y sus componentes. El mejoramiento genético de garbanzo para tolerancia a sequía representa una de las mejores alternativas para incrementar la productividad de garbanzo (Guriqbal *et al.*, 2016 y Frahm *et al.*, 2003). Una forma de lograr resultados en menor tiempo consiste en evaluar los genotipos sin limitaciones de humedad (riego) y con suspensión de riego en la etapa reproductiva del cultivo para identificar los genotipos sobresalientes mediante índices de selección (Rosales-Serna, Ramírez-Vallejo, Acosta-Gallegos, Castillo-González, y Kelly 2000). Entre los índices más utilizados está el propuesto por Fisher y Maurer (1978), en el que se utiliza la media de rendimiento de todos los genotipos en ambas condiciones de humedad para calcular el índice de intensidad y de susceptibilidad a la sequía; también está la media geométrica en la que se utiliza el rendimiento observado de cada genotipo bajo condiciones de riego y sequía, y ha mostrado ser un criterio de selección efectivo (Abebe Brick y Kirkby 1998). El índice de eficiencia relativa de Graham (1984) permite clasificar y seleccionar genotipos que presenten alto rendimiento bajo condiciones de riego y de deficiencias de humedad. El objetivo de este trabajo fue identificar variedades con tolerancia a sequía, y alta eficiencia en rendimiento en ambas condiciones de humedad.

2. Materiales y métodos

Se establecieron dos ensayos en la Costa de Hermosillo, Sonora, (28° 45' 5.87" N y 111° 27' 37.69" W), a 56 msnm. El clima predominante según la clasificación de Köppen modificado por García (1973), es BWh, muy seco semicálido; y BW (h^o) muy seco muy cálido y cálido. El tipo de suelo predominante es el Yermosol, se distribuye principalmente en la zona central de la costa y noreste de la misma.

Se evaluaron siete variedades de garbanzo blanco (Kabuli), Blanoro, Blanco Magdalena 95, Tequi Blanco 98, Costa 2004, Jumbo 2010, Blanco Sinaloa 92 y Desierto 98. La parcela experimental fue de 1 surco de 5 m de longitud y 1.60 m de ancho con doble hilera separadas a

50cm, donde la parcela útil correspondió a la misma parcela experimental (8m²). La siembra se realizó el 27 de diciembre de 2014, se depositaron 15 semillas por metro lineal para una población de 175,000 plantas por hectárea. En un ensayo el cultivo no tuvo restricción de agua durante su desarrollo y en otro ensayo se restringió la aplicación de agua al inicio de la etapa reproductiva (inicio de floración). Se hizo análisis de varianza de ambas condiciones de humedad, los datos se analizaron utilizando el diseño de parcelas divididas con arreglo de bloques al azar con tres repeticiones, considerando cada condición de humedad como una parcela grande y las variedades como parcelas chicas. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS, versión 7.2 (SAS Institute, 1999) y cuando se detectó significancia entre tratamientos, se aplicó la prueba Diferencia Mínima Significativa (DMS, 0.05). El efecto de la sequía en el rendimiento de grano promedio de cada genotipo se estimó con el índice de susceptibilidad a la sequía (ISS), con la media geométrica (MG) y con el índice de eficiencia relativa (IER), también se estimó el índice de intensidad a la sequía (IIS).

El ISS de cada genotipo se calculó con la ecuación propuesta por Fischer y Maurer (1978): $ISS_i = 1 - (Y_{ii}/Y_{ci})/IIS$, donde Y_{ii} = promedio de rendimiento de cada genotipo sin riego a partir de inicio de floración; Y_{ci} = promedio de rendimiento de cada genotipo con aplicación de riego durante el ciclo. El IIS, se obtuvo mediante la fórmula: $IIS = 1 - (Y_i/Y_c)$, en la que Y_i = promedio de rendimiento sin riego a partir de inicio de floración y Y_c = promedio de rendimiento con aplicación de riego durante el ciclo. La MG propuesta por Samper y Adams (1985), se calculó con la ecuación: $MG = (Y_{ii} \times Y_{ci})^{1/2}$, donde MG_i = media geométrica de cada genotipo; y Y_{ii} y Y_{ci} = rendimiento de cada genotipo bajo condiciones de riego suplementario y sin riego a partir del inicio de floración, respectivamente. El IER descrito por Graham (1984), se calculó mediante la ecuación: $IER = (Y_{ii} / Y_i) (Y_{ci} / Y_c)$, donde IER_i = índice de eficiencia relativa de cada genotipo; Y_{ii} = rendimiento del genotipo i sin aplicación de riego a partir de inicio de floración; Y_i = rendimiento promedio con suspensión de riego a partir de inicio de floración; Y_{ci} = rendimiento del genotipo i con riego durante el ciclo del cultivo; y Y_c = rendimiento promedio con riego durante el ciclo del cultivo.

3. Resultados y discusión

Efecto del régimen de humedad en el rendimiento. En condiciones de riego, se detectaron en rendimiento de grano diferencias entre genotipos, condiciones de humedad y en la interacción de genotipos con condiciones de humedad (Cuadro 1). Bajo condiciones de riego, Blanco Magdalena 95 presentó rendimiento superior y significativamente diferente al resto con 1604 kg ha⁻¹. En condiciones de sequía, no se tuvo diferencia significativa, sobresaliendo numéricamente Tequí Blanco 98 y Blanoro con 284 y 278 kg ha⁻¹, las variedades Desierto 98 y Jumbo 2010 presentaron reducciones menores a la media general, las variedades menos afectados por la condición de sequía fueron Jumbo 2010 (75%) y Desierto 98 (78%), siendo no necesariamente las de mayor rendimiento. El rendimiento varió entre condiciones de humedad y

genotipos ($P \leq 0.01$), detectándose diferencia estadística significativa entre ambos factores ($P \leq 0.01$). Con riego durante el ciclo de desarrollo del cultivo se registró un rendimiento promedio superior al obtenido con la condición de estrés por humedad ($P \leq 0.05$). Un grupo de 4 variedades resultó sobresaliente, los de mayor rendimiento fueron Blanco Magdalena 95, Blanoro, Tequi Blanco 98 y Costa 2004 (Cuadro 1).

Índices de susceptibilidad a sequía. La reducción del rendimiento por falta de humedad fue evidente en todas las variedades, pero fue más severa en Blanco Sinaloa 92 y Blanco Magdalena 95, que a su vez presentaron los valores más altos de ISS. La variedad Jumbo 2010, presentó mayor tolerancia al estrés por sequía, debido a que presentó el índice de susceptibilidad más cercanos a cero (Fisher y Maurer, 1978). Este índice es un criterio aceptable para seleccionar genotipos que reducen menos su rendimiento con estrés de humedad, aunque no necesariamente son los más rendidores (Rosales-Serna *et al.*, 2000). Al no presentarse interferencia de lluvia durante la etapa reproductiva del cultivo, fue posible cuantificar la respuesta de los genotipos a esta característica cuantitativa. Las variedades Tequi Blanco 98 y Blanoro obtuvieron los más altos valores de los índices MG y IER (Cuadro 1), que indican alto rendimiento en las dos condiciones de humedad estudiadas. Ambos índices están altamente correlacionados entre sí y se basan en la producción bajo las dos condiciones de humedad. Los resultados observados con los índices utilizados son similares a los obtenidos por Rosales-Serna *et al.* (2000), quienes sugirieron la utilización combinada de un índice relacionado con la reducción del rendimiento (ISS) y otro con la productividad entre condiciones de humedad (MG o IER). Fierros *et al.*, 2017, en un ensayo de rendimiento y tolerancia a sequía de genotipos de garbanzo blanco concluyeron que las variedades Sierra, Troy y Desierto y la línea Hoga 067 fueron los más tolerantes a sequía, y las líneas Hoga 067 y Hoga 2001-2-2 obtuvieron los más altos valores de los índices MG y IER, que indica alto rendimiento con y sin estrés de humedad.

4. Conclusiones

Las variedades Tequi Blanco 98 y Blanoro fueron los más tolerantes a sequía, y las variedades Blanco Magdalena 95 y Blanco Sinaloa 92 fueron los más susceptibles a restricción de humedad del suelo.

Las variedades Blanoro y Tequi Blanco 98 obtuvieron los más altos valores de los índices MG y IER, que indica alto rendimiento en los dos regímenes de humedad edáfica.

Cuadro 1. Rendimiento de grano de genotipos de garbanzo en dos condiciones de humedad, e indicadores de susceptibilidad a sequía y de eficiencia del rendimiento. Costa de Hermosillo, Son. 2014

Genotipo	Riego kg/ha	Sequía kg/ha	Promedio kg/ha	ISS†	MG††	IER†††
Blanoro	1512 *	278	756.33	0.78	647.89	1.47
Bco. Magdalena	1605 *	185	802.33	0.86	545.47	1.04
Tequi bco 98	1490 *	284	744.83	0.77	650.15	1.48
Jumbo	832	210	415.83	0.70	417.91	0.61
Desierto	955	210	477.33	0.74	447.75	0.70
Costa 2004	1349 *	233	674.33	0.79	560.97	1.10
B sin 92	1293	148	646.50	0.86	436.71	0.67
C.V.	12.35	27.44				
DMS (0.05)	283.69	NS				

*Genotipos estadísticamente superiores, según la Diferencia Mínima Significativa (0.05).

† Índice de susceptibilidad a sequía. †† Media geométrica. †††Índice de eficiencia relativa

Referencias

1. Abebe A, M A Brick, R A Kirkby (1998) Comparison of selection indices to identify productive dry bean lines under diverse environmental conditions. *Field Crops Res.* 58:15-23.
2. Fierros L.G.A., Ortega M.P.F., Acosta G.J.A., Padilla V.I., Valenzuela H.V, Jiménez H.Y. y López G.J.A. 2017. Respuesta del rendimiento de genotipos de garbanzo blanco a la sequía terminal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.8 Núm.5 30 de junio - 13 de agosto, 2017 p. 1143-1154.
3. Fisher R A, R Maurer (1978) Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Austr. J. Agric. Res.* 29:897-912.
4. Frahm M, J C Rosas, N Mayek, E López, J A Acosta, J D Kelly (2003) Resistencia a sequía terminal en frijol negro tropical. *Agron. Mesoam.* 14:143-150.
5. García, M.E. Modificaciones al sistema de clasificación climático de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 1073. UNAM. INEGI. pp.246.
6. Graham R D (1984) Breeding for nutritional characteristics in cereals. *Adv. Plant Nutr.* 1:57-102.
7. Guriqbal S., H. Ram, N. Aggarwal and N. C. Turner. 2016. Irrigation of chickpea increases yield but not water productivity. *Experimental Agriculture* 52:1-13.
8. Pushpavalli, R., Zaman-Allah, M., Turner, N.C., Baddam, R., Rao, M. V., and Vadez, V (2014) Higher flower and seed number leads to higher yield under water stress conditions imposed during reproduction in chickpea. *Functional Plant Biology*, 42 (2). pp. 162-174. ISSN 1445-4408.
9. Rosales-Serna R, P Ramírez-Vallejo, J A Acosta-Gallegos, F Castillo-González, J D Kelly (2000) Rendimiento de grano y tolerancia a la sequía del frijol común en condiciones de campo. *Agrociencia* 34:153-165.
10. Samper C, M W Adams (1985) Geometric mean of stress and control yield as a selection criterion for drought tolerance. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 28:53-54.
11. Turner, N. C., G. C. Wright and K. H. M. Sidique. 2001. Adaptation of grain legumes to water-limited environments. *Adv. Agron.* 71:193-231.

Requerimiento Térmico Del Cultivo De Maiz (*Zea Mays L.*) En El Valle De Guadiana, Durango

Flores-Gallardo Hilario¹, Santana-Espinoza Saúl¹, Nieves-Martínez Marco Antonio², Flores-Magdaleno Héctor³, Gamiz-Ruiz Gabriel²

¹Campo Experimental Valle del Guadiana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Carretera Durango - El Mezquital km 4.5, C.P. 34170, Durango, México (55) 3871-8700 extensión 82712. flores.hilario@inifap.gob.mx

²Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana (ITVG). Carretera Durango - México km 22.5, Villa Montemorelos, C.P. 34371, Durango, México

³Colegio de Postgraduados (COLPOS). Programa de Hidrociencias. Carretera México - Texcoco KM 36.5, C.P. 56230, Montecillo, Estado de México, México

Resumen

El objetivo del presente estudio fue obtener una predicción fenológica en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) mediante tiempo térmico, realizando un monitoreo de la fenología en campo mediante observaciones puntuales que se guiaron con literatura del cultivo y su registro conforme se desarrolló la planta. El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental Valle del Guadiana (CEVAG) del INIFAP ubicado en Durango, estableciendo parcelas experimentales durante tres ciclos agrícolas primavera-verano (PV) 2015, 2016 y 2017, se utilizaron los híbridos comerciales de maíz: XR20A, XR21 y Jabalí, los cuales son de ciclo precoz-intermedio e intermedio. Se utilizaron tres modelos para predecir la fenología del maíz: Grados día (°D), temperatura media y Unidades Ontario del Maíz (UOM), para evaluar y definir el más viable para la región del Valle del Guadiana. Para ello, se conformó una base de datos de clima para utilizar los registros de temperatura que son requeridos por los modelos, los cuales se obtuvieron de la Red Nacional de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas (RENEAA) que opera el INIFAP.

Palabras Clave: Datos climáticos, fenología, grados día (°D).

Abstract

The objective of the present study was to obtain a phenological prediction in the corn (*Zea mays* L.) crop by means of thermal time, doing a phenology monitored in field by means of punctual observations that were guided with literature of the crop and its registration conforms to it developed the plant. The research was conducted in the Experiment Station Valle del Guadiana (CEVAG) of the INIFAP located in Durango, establishing experimental plots during three agricultural seasons spring-summer (PV) 2015, 2016 and 2017, a commercial hybrid of corn was used (XR20A, XR21 and Boar), which are of cycle precocious-intermission and intermediate. Three models were used to phenology forecast: Degree day (°D), mean temperature and Corn Heat Units (CHU), to evaluate and define the viable for the region of the Guadiana Valley. For it, a climate database was conformed to use the temperature records that are required by the

models, which were obtained of the records of the National Net of Stations Automated Agrometeorological (RENEAA) that the INIFAP operates.

Key words: Climatic data, phenology, degree days ($^{\circ}\text{D}$).

1. Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más importantes a nivel nacional e internacional, resultado de su importancia alimenticia, social y económica (Flores-Gallardo, Castillo-Rosales, Santana-Espinoza, Jiménez-Ocampo y Domínguez-Martínez, 2017). Esta especie se ha convertido en uno de los principales productos de carácter alimenticio e industrial, en los mercados mundiales, debido a sus cualidades alimenticias para la producción de proteína animal, consumo humano y uso industrial (FIRA, 2016). En México, el monitoreo de la fenología en los cultivos agrícolas tiene bajo desarrollo o realización por parte de los técnicos y productores. A nivel científico, se cuenta con un registro y literatura carente en comparación con países desarrollados, en los cuales se tienen registros de fenología con un historial mayor de 100 años. En Durango no es la excepción, puesto que se encuentra la deficiencia en la realización de dichos estudios a nivel científico y técnico, por lo cual, es de gran importancia el inicio de registros así como la realización de estudios que encaucen hacia un monitoreo y predicción de la fenología de forma sistemática o fácil para los productores agrícolas, con el propósito de ser adoptada y practicada para contar con los registros necesarios en estudios futuros. De acuerdo con Escalante-Estrada y Kohashi-Shibata (1993), los eventos fenológicos están relacionados con el clima, genotipo, tipo de suelo y factores bióticos donde se desarrolla un cultivo, por lo cual es importante hacer un seguimiento con base en las etapas fenológicas y no en edad cronológica, lo cual se conoce comúnmente como días después de siembra (DDS).

2. Materiales y métodos

Ubicación del estudio. Los trabajos se realizaron durante tres ciclos agrícolas primavera-verano (P-V) 2015, 2016 y 2017, estableciendo parcelas semi-comerciales con diferentes híbridos de maíz (Cuadro 1) en el Campo Experimental Valle del Guadiana (INIFAP-Durango) con unas coordenadas geográficas LN 23° 59' 18.6", LW -104° 37' 32.4" y una altitud de 1,878 m.

Método de la temperatura media. El principio de este método es considerar cuando la temperatura media diaria excede un determinado umbral o también conocido como temperatura base (T_b) (Wang, 1960; Cross y Zuber, 1972; Snyder, 1985).

$${}^0D = \frac{T_{min} + T_{max}}{2} - T_b \quad (\text{Ec. 1})$$

En donde T_{min} y T_{max} son las temperaturas mínima y máxima diarias del aire, respectivamente y T_b es la temperatura base o umbral inferior en donde se puede desarrollar el cultivo.

Grados día (°D). Para estimar los grados día (°D) diariamente con este método, se requiere del conocimiento de la temperatura media ambiental (T_a) aplicando la ecuación 2 (Ojeda-Bustamante, Sifuentes-Ibarra, Slack y Carrillo, 2004; Ojeda-Bustamante, Sifuentes-Ibarra y Unland-Weiss, 2006; Flores-Gallardo, Ojeda-Bustamante, Flores-Magdaleno, Mejía-Sáenz y Sifuentes-Ibarra, 2012):

$$\begin{aligned} \text{°D} &= T_a - T_{c-\min}, T_a < T_{c-\max}; \\ \text{°D} &= T_{c-\max} - T_{c-\min}, T_a \geq T_{c-\max}; \\ \text{°D} &= 0, T_a \leq T_{c-\min} \end{aligned} \quad (\text{Ec. 2})$$

De acuerdo con las ecuaciones anteriores $T_{c-\min}$ y $T_{c-\max}$ son las temperaturas mínimas y máximas del aire, respectivamente y dentro de las cuales se desarrolla la planta. Para el caso del maíz cultivado en Durango, se consideran unas temperaturas de 8 y 30 °C, respectivamente.

Unidades Ontario del Maíz (UOM). Diversos estudios realizados con maíz en Canadá (Brown, 1975) han conducido al desarrollo del concepto de Unidades Ontario del Maíz (UOM).

$$UOM = \frac{1.8(T_{\min} - 4.4) + 3.3(T_{\max} - 10) - 0.084(T_{\max} - 10)^2}{2.2} \quad (\text{Ec. 3})$$

En donde T_{\min} y T_{\max} son las temperaturas mínima y máxima diarias, respectivamente.

3. Resultados y discusión

Se obtuvieron ligeras diferencias en la acumulación de °D por cada híbrido de maíz y lo cual resultó en diferencia en días de acuerdo con el desarrollo fenológico y las temperaturas registradas en el área. De acuerdo con el monitoreo en campo de las fases fenológicas, el cálculo de los grados día por cada método (Figura 1): °D (a), temperatura media (b) y UOM (c), muestran diferentes tendencias de acumulación térmica atribuibles a las escalas que utiliza cada método.

4. Conclusiones

El mejor modelo para predecir la fenología del maíz en el Valle del Guadiana, resultó el método grados día (°D). Los otros modelos presentan diferentes escalas en los resultados y acumulación de tiempo térmico como tal, lo cual, se atribuye a que son modelos concebidos en otras regiones y tienen formulación específica (variables) para la región de origen. El conocimiento de los requerimientos térmicos para cada etapa fenológica, representa ventajas prácticas y agronómicas, que permiten optimizar la utilización de insumos y planificar el cultivo bajo condiciones climáticas variables.

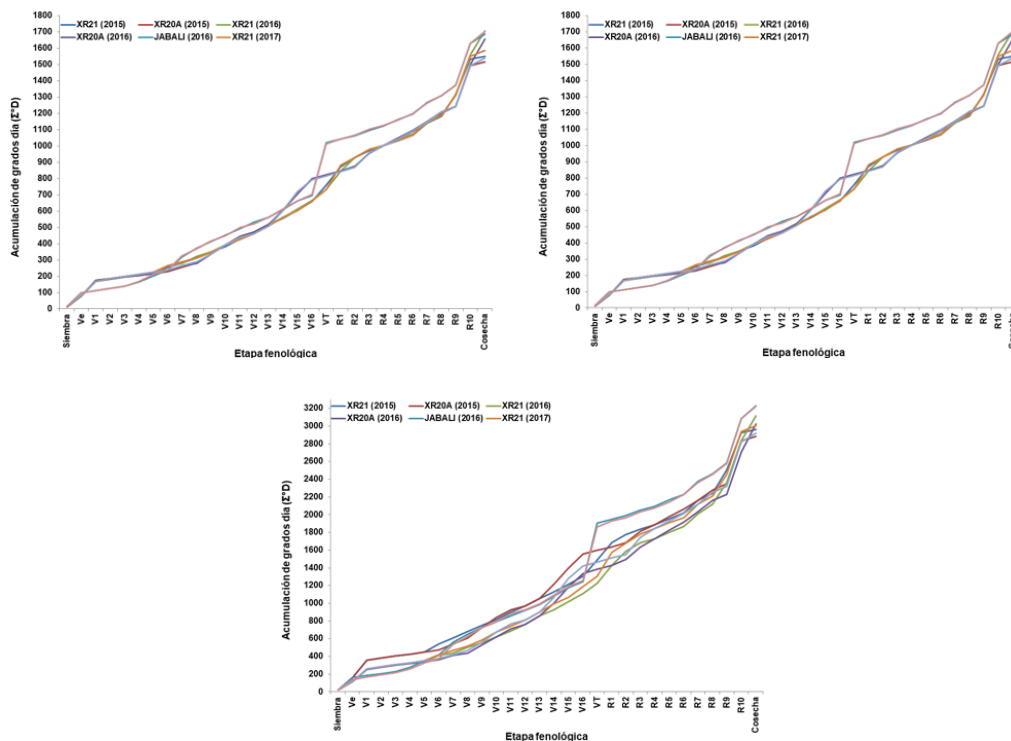


Figura 1. Acumulación de °D (a), método de la temperatura media (b) y UOM (c) en los diferentes híbridos de maíz

Referencias

1. Brown, D. M. (1975) Heat Units for corn in Southern Ontario. *Ontario Ministry of Agriculture and Food. Agedex Factsheet.* 111/31.
2. Cross, H. Z. and M. S. Zuber (1972) Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. *Agronomy Journal.* 64: 351-355.
3. Escalante-Estrada, J. A. S. y J. Kohashi-Shibata (1993) El rendimiento y crecimiento de frijol. *Manual para la toma de datos.* Colegio de Postgraduados - Centro de Botánica. 84 p.
4. FIRA (2016) Panorama Agroalimentario - Maíz 2016. *Fidecomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.* Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. México, D. F. 40 p.
5. Flores-Gallardo, H., W. Ojeda-Bustamante, H. Flores-Magdaleno, E. Mejía-Sáenz y E. Sifuentes-Ibarra (2012) Grados día y la programación integral del riego en el cultivo de papa. *Terra Latinoamericana.* 30: 59-67.
6. Flores-Gallardo, H., A. Castillo-Rosales, S. Santana-Espinoza, R. Jiménez-Ocampo y P. A. Domínguez-Martínez (2017) Recomendaciones para la producción de grano y forraje de maíz bajo riego en Durango. *Folleto técnico # 96.* INIFAP-CIRNOC-CEVAG. 32 p. ISBN: 978-607-37-0922-4.
7. Ojeda-Bustamante, W., E. Sifuentes-Ibarra, D. C. Slack and M. Carrillo (2004) Generalization of irrigation scheduling parameters using the growing degree days concept: application to a potato crop. *Irrigation and Drainage.* 53: 251-261.

8. Ojeda-Bustamante, W., E. Sifuentes-Ibarra y H. Unland-Weiss (2006) Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. *Agrociencia*. 40: 13-25.
9. Snyder, R. L. (1985) Hand calculating degree days. *Agricultural and Forest Meteorology*. 35: 353-358.
10. Wang, J. Y. (1960) A critique of the heat unit approach to plant response studies. *Ecology*. 41: 785-790.

Dosis De Fertilización Y Su Relación Con El Rendimiento Potencial De Las Nuevas Variedades De Frijol Pinto Cultivadas En Durango, México

Flores-Gallardo Hilario¹, Rosales-Serna Rigoberto¹, Santana-Espinoza Saúl¹, Nieves-Martínez Marco Antonio²

¹Campo Experimental Valle del Guadiana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Carretera Durango - El Mezquital km 4.5, C.P. 34170, Durango, México (55) 3871-8700 extensión 82712. flores.hilario@inifap.gob.mx

²Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana (ITVG). Carretera Durango - México km 22.5, Villa Montemorelos, C.P. 34371, Durango, México

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar cuatro niveles de nitrógeno (N) y fósforo (P), los cuales fueron evaluados en cinco nuevas variedades de frijol pinto (Pinto Centauro, Pinto Bravo, Pinto Centenario, Pinto Coloso, Pinto Libertad) y una comercial (Pinto Saltillo) en el estado de Durango. El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental Valle del Guadiana (CEVAG) del INIFAP ubicado en Durango, estableciendo los tratamientos de fertilización incluyeron la dosis de fertilización tradicional (35-50-00), la cual se consideró como testigo comparada con los siguientes tratamientos de fertilización: 1) 40-55-00, 2) 45-60-00 y 3) 50-65-00 (N-P-K). Las nuevas variedades de frijol pinto mostraron resultados similares a los niveles altos de fertilización y decrementos en los tratamientos con las dosis de 45-60-00 y 50-65-00.

Palabras Clave: Dosis óptima, *Phaseolus vulgaris*, tratamientos de fertilización.

Abstract

The objective of the present study was to evaluate four nitrogen levels (N) and phosphorus (P), which were evaluated in five new pinto bean varieties (Pinto Centauro, Pinto Bravo, Pinto Centenario, Pinto Coloso, Pinto Libertad) and a commercial one (Pinto Saltillo) in the state of Durango. The work was conducted in the Experimental Station Valley of the Guadiana (CEVAG) of the INIFAP located in Durango, establishing the fertilization treatments included the dose of traditional fertilization (35-50-00), which was considered as witness compared with the following fertilization treatments: 1) 40-55-00, 2) 45-60-00 and 3) 50-65-00 (N-P-K). The new pinto bean varieties showed similar results to the high levels of fertilization and decrements in the treatments with the doses of 45-60-00 and 50-65-00.

Key words: Dose optimum, *Phaseolus vulgaris*, fertilization treatment.

1. Introducción

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se produce en todo México, ya que es uno de los principales cultivos alimenticios que genera adicionalmente beneficios económicos para los productores agrícolas. Durante el 2012 se consideró al estado de Durango como el tercer productor de frijol en México, después de Zacatecas y Sinaloa (SIAP, 2013). De acuerdo con Flores-Gallardo, Rosales-Serna y Flores-Magdaleno (2014), a pesar de la importancia del frijol en Durango, dicha leguminosa ha sido relegada para su cultivo en áreas no aptas, donde es casi imposible producir otras especies agrícolas debido a varios factores limitantes: precipitación escasa y errática, utilización de suelos arenosos con baja fertilidad, suelos pobres en su contenido de materia orgánica y someros (poco profundos). Mantener bajos costos de producción es un gran reto para los agricultores de cualquier región agrícola del mundo. En Chihuahua, México se evaluaron diferentes dosis de fertilización en la variedad de frijol Pinto Villa utilizando aguas residuales, en donde se obtuvieron 913.8 kg ha⁻¹ con una dosis de fertilización de 80-50-00 unidades de N-P-K (Amado y Ortiz, 1999). En los últimos años, se han liberado cinco nuevas variedades de frijol pinto en Durango (2010-2014) con el propósito de obtener un mejor rendimiento de grano y respuesta a las dosis de fertilización, resistencia a plagas y enfermedades pero con una especial característica; alta tolerancia a la sequía. Las variedades de frijol liberadas son: Pinto Centauro, Pinto Bravo, Pinto Centenario, Pinto Coloso y Pinto Libertad (Rosales *et al.*, 2014). Dichas variedades muestran una maduración precoz, gran tamaño de semilla y un rendimiento de grano similar a Pinto Saltillo, considerado como la variedad de frijol más comercial actualmente en Durango. De acuerdo con la opinión de los productores, se requieren prácticas de manejo agronómico que se adecuen y propicien un rendimiento potencial en las nuevas variedades de frijol pinto, con características comercialmente viables. Las prácticas de manejo comúnmente recomendadas en Durango incluyen una fertilización química base, con la dosis 35-50-00 (N-P-K) generando incrementos significativos en los costos de producción. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue la evaluación del incremento del rendimiento de grano obtenido en función del uso de diferentes niveles de fertilización, especialmente para la aplicación de nitrógeno (N) y fósforo (P) en las nuevas variedades de frijol pinto cultivadas en Durango, México.

2. Materiales y métodos

Durante el ciclo agrícola primavera-verano (P-V) 2014, se aplicaron cuatro niveles de N y P, los cuales fueron evaluados en cinco nuevas variedades de frijol pinto (Pinto Centauro, Pinto Bravo, Pinto Centenario, Pinto Coloso, Pinto Libertad) y una ya establecida a nivel comercial (Pinto Saltillo) en el estado de Durango. Los tratamientos de fertilización incluyeron la dosis de fertilización tradicional (35-50-00), la cual se consideró como testigo comparada con los siguientes tratamientos de fertilización: 1) 40-55-00, 2) 45-60-00 y 3) 50-65-00 (N-P-K). Las parcelas experimentales consistieron en 179 m² para cada variedad y dosis de fertilización con el

propósito de replicar el mejor tratamiento a nivel comercial en un futuro, las parcelas fueron sembradas el 26 de Junio en el Campo Experimental Valle del Guadiana (INIFAP-Durango) con unas coordenadas geográficas LN 23° 59' 23.5", LW -104° 37' 15.6" y una altitud de 1,877 m.

Las dosis de fertilización se aplicaron durante la siembra y primera escarda realizada al cultivo. Durante la etapa fenológica de maduración fisiológica, se muestrearon plantas en cinco puntos de cada tratamiento, el área comprendida fue de dos surcos de 5 m de largo por 0.81 m de ancho (superficie de 8.1 m²), lo cual fue replicado en cada tratamiento de fertilización y variedad establecida para determinar el rendimiento de grano. El análisis de varianza fue obtenido bajo un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial (variedades y dosis de fertilización) con cinco repeticiones. La comparación de medias fue aplicada con la prueba de diferencias significativas de Tukey ($P \leq 0.05$).

3. Resultados y discusión

Cuadro 1. Rendimiento de grano registrado en seis variedades cultivadas con diferentes dosis de fertilización en Durango, México

Tratamiento	Pinto Saltillo	Pinto Libertad	Pinto Coloso	Pinto Centenario	Pinto Bravo	Pinto Centauro	Media
35-50-00*	2,012.3 ^a	1,790.1 ^a	1,889.4 ^a	2,003.2 ^a	1,636.1 ^a	1,402.5 ^a	1,788.9
40-55-00	2,086.4 ^a	1,293.8 ^b	1,410.9 ^{ab}	1,001.7 ^b	1,429.1 ^a	1,033.6 ^{ab}	1,375.9
45-60-00	1,751.3 ^a	1,686.4 ^{ab}	1,146.4 ^b	429.4 ^c	868.9 ^b	935.5 ^{ab}	1,136.3
50-65-00	2,017.3 ^a	1,521.5 ^{ab}	1,160.5 ^b	754.1 ^{bc}	857.3 ^b	856.1 ^b	1,194.5
Promedio¹	1,966.8^A	1,573.0^B	1,401.8^{BC}	1,047.1^D	1,197.9^{CD}	1,056.9^D	

*Tratamiento testigo. Letras en cada columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) entre variedades (^{A-B}) y tratamientos de fertilización^{a-b}. Promedio¹: obtenido por la comparación entre variedades.

Se observaron diferencias significativas altas ($P \leq 0.01$) en el rendimiento de grano entre variedades y dosis de fertilización. Puesto que la interacción de la variedad con la dosis de fertilización mostró diferencias notorias. La variedad de frijol Pinto Saltillo registro el rendimiento de grano promedio más alto entre los tratamiento de fertilización (1,966.8 kg ha⁻¹), mostrando similitudes estadísticamente entre los tratamiento de fertilización utilizados. Las nuevas variedades de frijol pinto mostraron resultados similares a los niveles altos de fertilización y decrementos en los tratamientos con las dosis de 45-60-00 y 50-65-00. Los resultados muestran que la dosis de fertilización actual (35-50-00) proporciona los nutrientes necesarios en las nuevas variedades de frijol. Sin embargo, el rendimiento potencial y sus limitantes a la aplicación de fertilizantes, es una respuesta observada en dichas variedades, principalmente en Pinto Centauro y Pinto Centenario. Por lo cual, las dosis bajas de fertilización requieren ser probadas en la

producción de frijol cultivado en Durango y con otras mezclas de fertilizantes eficientes en su aprovechamiento, puesto que las unidades suministradas fueron en mezcla de urea (46-00-00) y fosfato diamónico (18-46-00). Lo anterior es considerando que la reducción de la fertilización química impacta en la reducción de los costos de producción y la concentración de nitratos en los mantos freáticos (Peña, Llopis, Pulido y Pulido, 2010).

4. Conclusiones

Debido a la precocidad del ciclo fenología de las variedades de frijol Pinto Centauro, Pinto Bravo y Pinto Centenario, se observó que la fertilización aplicada en la siembra puede recorrerse a la siguiente escarda, fertilizando en las dos escardas del cultivo con el propósito de aprovechar mejor los elementos contenidos en los fertilizantes. Puesto que la respuesta pobre a los fertilizantes también se observó en dichas variedades con maduración precoz (88 días después de siembra) comparadas con Pinto Saltillo (96 días después de siembra).

Referencias

1. Amado A., J. P. y P. Ortiz F. 1999. Producción de frijol bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada y fosfórica usando agua residual en Bustillos, Chihuahua. *Terra*. 17: 337-343.
2. Flores-Gallardo H., R. Rosales-Serna y H. Flores-Magdalenó (2014) Técnicas de cosecha de agua para la producción sostenible de frijol en Durango. *Folleto técnico # 74*. Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, México. 28 p.
3. Peña H. S., C. Llopis A., M. Pulido V. y D. Pulido V. (2010) Fertilizer standards for controlling groundwater nitrate pollution from agriculture: El Saboral-Los Llanos case study, Spain. *Journal of Hydrology*. 392: 174-187.
4. Rosales S. R., C. A. Nava B., H. González R., M. D. Herrera, J. C. Jiménez G., N. Y. Z. Ramírez C. y E. S. Osuna C. (2014) Rendimiento, preferencia y calidad de enlatado de variedades de frijol pinto producidas en Durango, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5(2): 309-315.
5. SIAP (2013) Atlas agroalimentario 2013. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México, D.F. 154 p.

Categorización De Variables Del Desarrollo De Semillas De Agave Tobalá

García Ramírez Elpidio¹, Flores Gómez Estela², Gutiérrez Hernández Germán Fernando², Ortiz Hernández Yolanda Donají³

¹Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad y Copilco. C. P. 04510 Ciudad de México, México

²UPIBI, Instituto Politécnico Nacional. La Laguna Ticomán. 07340 Ciudad de México, México

³CIIDIR Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz Xoxocotlán. C. P. 71230 Oaxaca, México
enredipn@yahoo.com.mx

Resumen

En la producción de mezcal se emplean tallos de agaves antes de su floración, esto reduce la diversidad de la especie, lo cual se agrava en el agave Tobalá porque se reproduce básicamente a través de semillas y el conocimiento de éstas es escaso. Por ello, los objetivos del presente estudio fueron conocer las dimensiones, la coloración y la germinación de semillas de agave Tobalá y clasificar la contribución de las diferentes variables de estudio al establecimiento de plántulas. Se colectaron semillas en Oaxaca, México: Miahuatlán (2014), Coixtlahuaca (2015) y Zaachila (2015 y 2016). Se cuantificaron peso, tamaño y coordenadas de color de semilla, viabilidad y emergencia de plántulas. Se empleó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, los resultados se sometieron a análisis de varianza y comparación de medias; además, se hizo un análisis de agrupamientos principales. La colecta ZAA16 destacó en peso, tamaño de semillas y luminosidad de color, le siguieron MIAH14, ZAA15 y COIX15. Las semillas de COIX15 e ZAA15 fueron mejores en la eficiencia de las plántulas para brotar y ZAA16 respondió mejor en peso seco de plántulas. Las variables metabólicas contribuyeron en mayor proporción a la germinación seminal y desarrollo de plántulas, que las de tamaño, peso y color de semillas.

Palabras Clave: *Agave potatorum*, germinación seminal, viabilidad.

Abstract

In the production of mezcal, stems of agaves are used before flowering, this reduces the diversity of the species, which is aggravated in the Tobalá agave because it reproduces mainly through seeds and the knowledge of these is scarce. Therefore, the objectives of the present study were to know the dimensions, color, and germination of Tobalá agave seeds and to classify the contribution of the different study variables for seed germination and establishment of seedlings of the agave. Seeds were collected in Oaxaca, Mexico: Miahuatlán (2014), Zaachila (2015 and 2016) and Coixtlahuaca (2015). Weight, size, and coordinates of seed color were quantified, as well as viability and emergence of seedlings. A completely randomized design with four repetitions was used, the results were subjected to analysis of variance and means comparison, and an analysis of main groups was made. The ZAA16 seeds highlighted in weight, seed size, and color brightness, followed by MIAH14, ZAA15, and COIX15. The seeds of

COIX15 and ZAA15 were better in the efficiency of the seedlings to sprout and ZAA16 responded better in dry weight of seedlings. The metabolic variables contributed in greater proportion to the seminal germination and development of seedlings than the ones of size, weight, and color of seeds.

Key words: *Agave potatorum*, seed germination, viability.

1. Introducción

El medio principal de propagación de las agaváceas es vegetativo (Arizaga y Ezcurra, 1995), lo anterior porque sus semillas poseen viabilidad y germinación escasas y las plántulas sexuales son heterogéneas y de lento crecimiento (Valenzuela, 1994).

En los Valles Centrales y Sierra Sur de Oaxaca, México se recolectan varias especies de agave destinadas a la obtención de mezcal y se reduce la variabilidad. Esta situación es más grave en el agave Tobalá (*Agave potatorum*) debido a que, particularmente en esta especie, su propagación asexual es casi nula y las semillas constituyen su única opción para sobrevivir.

Para contribuir al conocimiento, conservación y uso sustentable del agave Tobalá es necesario describir varietalmente sus semillas, analizar su proceso germinativo y relacionar estos aspectos con su lugar y año de producción.

Los objetivos del presente estudio fueron i) Conocer las características físicas y fisiológicas de semillas de cuatro colectas de agave Tobalá y ii) Analizar la importancia de las diferentes variables analizadas, según el origen de las semillas, a la germinación y a la brotación de plántulas del mencionado agave.

2. Materiales y métodos

Se colectaron semillas de agave en Oaxaca, México: Miahuatlán MIAH, en el 2014; Coixtlahuaca, en el 2015 y Zaachila, en el 2015 y 2016. De acuerdo al lugar y año de colecta se generaron los cuatro tratamientos a evaluar en el presente trabajo. Variables fisiológicas: Viabilidad: Se empleó la prueba del tetrazolio. Las semillas se cortaron a la mitad, se colocaron en cajas Petri con 10 mL de la solución de tetrazolio (1%, p/v) y se incubaron a 25 ± 2 °C (Mediatech MTAC26) durante 12 h en oscuridad; después se observaron con un microscopio estereoscópico (Celestron Labs S10-60) y se evaluó la topografía y la intensidad del color desarrollado; finalmente, se calculó la proporción (%) de semillas viables (VIA) y no viables (NVIA).

Germinación y emergencia. Las semillas se sembraron en almaciguero con sustrato estéril a dos cm de profundidad, se incubaron por 15 días en cámara de germinación (Mediatech MTAC26) a 25 ± 2 °C con luz blanca continua.

La emergencia de plántulas inició cuatro días después de la siembra (DDS), se contabilizó esta variable cada 24 h y se estimó el índice de velocidad de emergencia: $IVE = \sum_{i=1}^n X_i$; donde: $X_i =$

Número de plántulas emergidas por día, $N_i = i$ días después de siembra, e i corresponde a los días de conteo a partir del inicio de la brotación de las plántulas (Maguire, 1962).

A 15 DDS se hizo el conteo (%) de la emergencia total de plántulas (ET) y se midieron (mm) (vernier digital Mitutoyo CD-6" CSX), la longitud de radícula (LRAD), de plúmula (LPLU) y la total (LT); por último, estas estructuras se secaron a 65 °C (RIOSSA H-102) durante 72 h y se determinó (mg) su respectivo peso seco (PSRAD, PSPLU y PST) en balanza analítica (AE Adam PW 184; precisión 0.0001g).

Variables físicas. Peso de cien semillas (P100). Se pesaron (g) en balanza analítica (AE Adam PW 184; precisión 0.0001g).

Dimensiones. Se midieron (mm) (vernier digital Mitutoyo CD-6" CSX) los ejes mayor (LARSEM) y menor (ANCHSEM), así como el espesor (GROSEM) de las semillas.

Coordenadas de color. Se digitalizaron las imágenes de las semillas y con el Adobe Photoshop CS3 se obtuvieron los parámetros de color de las semillas L^* , a^* , b^* , c y h . (Alvis *et al.*, 2017). En este rubro no se incluyó la colecta COIX15 porque se agotaron sus semillas.

3. Análisis estadístico

Se empleó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones de 100 semillas. Los resultados se sometieron a análisis de varianza y comparación de medias (Tukey, $P \leq 0.05$). También se realizó un análisis de agrupamientos principales. El procesamiento estadístico de los datos se hizo con el programa SAS (SAS Inst. ver. 9.2).

4. Resultados y discusión

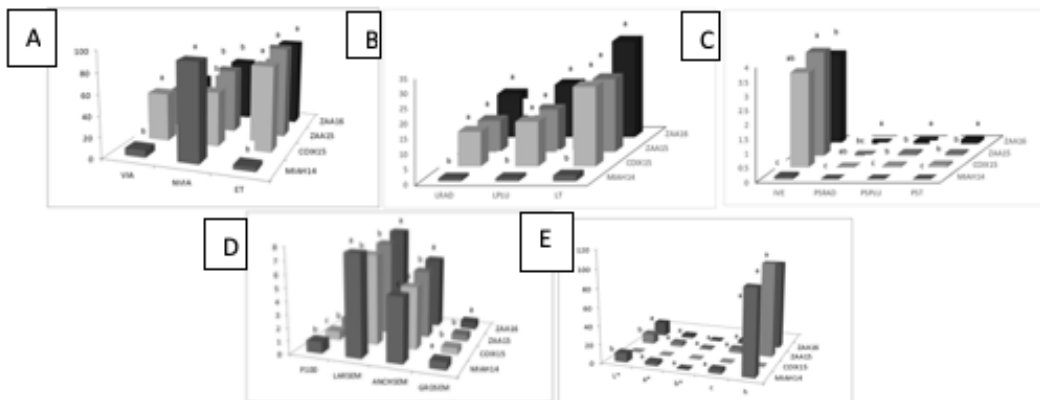


Figura 1. Comparación de medias de variables fisiológicas (A, B, C), físicas (D) y color (E). Letras iguales en colectas son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$)

En el análisis de varianza, a excepción de los parámetros de color a^* , b^* , c y h , todas las variables fueron diferentes ($P \leq 0.01$) (datos no mostrados). Con base en estos resultados, se procedió a la comparación de las medias de tratamientos (Figura 1). La colecta ZAA16 sobresalió ($P \leq 0.05$) en peso y tamaño de las semillas (PCIEN, LARSEM, ANCHSEM y GROSEM) (Figura 1 D) y, en orden decreciente, le siguieron MIAH14, ZAA15 y COIX15. El comportamiento superior de ZAA16 pudiera explicarse por su edad menor. Las dimensiones de semilla fueron significativas ($P \leq 0.05$) entre ambientes (Figura 1 D) y pudieran indicar diferenciación genética entre ellos (Garrido *et al.*, 2005).

Coordenadas de color. Las semillas de todos los orígenes fueron de color negro, esto se confirmó con los valores de las coordenadas de color que se ubicaron en este color (Figura 1 E): Los valores de a^* fueron bajos y positivos, correspondiendo al color rojo púrpura (oscuro), los de b^* , fueron cercanos al cero y positivos y recayeron en el azul, el croma (c) también asumió valores escasos y se ubicó en la zona gris (ausencia de matiz) y la coordenada h tuvo valores aproximados a 100 que atañeron al color verde con alto contenido de gris (Alvis *et al.*, 2017).

Los valores de L^* también fueron reducidos, por tanto, cercanos al negro; no obstante, fue la única coordenada que varió significativamente ($P \leq 0.05$); la colecta ZAA16 alcanzó el valor más alto (15.2), seguida de ZAA15 (11.0) y después por MIAH14 (9.6), así que la testa seminal perdió luminosidad (brillo) a través del tiempo, aspecto que pudiera ser un indicador de la viabilidad de las semillas.

En los agrupamientos principales se obtuvo (Figura 2) que los primeros dos componentes tuvieron el 90% de la varianza. En el primero sobresalieron las variables metabólicas y, en el segundo, dimensiones de semilla y color seminal.

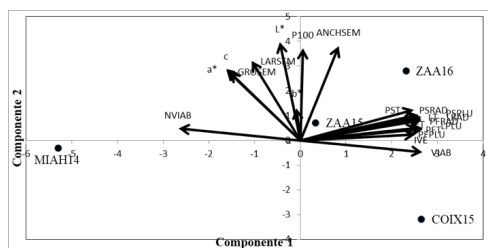


Figura 2. Representación de los agrupamientos principales obtenidos

4. Conclusiones

La colecta ZAA16 destacó en peso, tamaño de semillas y luminosidad de color. Las semillas de COIX15 e ZAA15 fueron mejores en la eficiencia de las plántulas para brotar y ZAA16 respondió mejor en peso seco de plántulas. Las variables metabólicas contribuyeron en mayor proporción a la germinación seminal y desarrollo de plántulas, que las de tamaño, peso y color de semillas.

Referencias

1. Alvis A., P. Romero, C. Granados, C. Torrenegra, N. Pájaro-Castro. (2017). Evaluación del color, las propiedades texturales y sensoriales de salchicha elaborada con carne de babilla (*Caiman Crocodilus Fuscus*). Revista Chilena de Nutrición 44: 89-94.

2. Arizaga S., E. Ezcurra. (1995). Insurance against reproductive failure in a semelparous plant: bulbil formation in *Agave macroacantha* flowering stalks. *Oecologia* 101: 329–334.
3. Garrido J. L., P. J. Rey, C. M. Herrera. (2005). Fuentes de variación en el tamaño de la semilla de la herbácea perenne *Helleborus foetidus* L. (Ranunculaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 62: 115-125.
4. Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2, 176-177.
5. Statistical Analysis System (SAS). (2002). SAS Institute. Inc. Cary N. C., USA. Ver. 9.
6. Valenzuela A. (1994). El Agave Tequilero: Su Cultivo e Industrialización. Ed. Ágata, Guadalajara, Jalisco, México. 204 p.

Evaluación Agronómica De Seis Genotipos De Sorgo Forrajero En Verano Tardío, En Baja California Sur

Gutierrez Pérez Erasmo, Melgoza Villagómez Claudia María, Ávalos Castro Raúl, Cota Barreras Carlos Iván, Navejas Jiménez Jesús

Campo Experimental Todos Santos¹. INIFAP. La Paz, B. C. S. gutierrez.erasmo@inifap.gob.mx

Resumen

En el ciclo verano tardío 2017, en instalaciones del Sitio Experimental Valle de Santo Domingo del INIFAP, en B. C. S., México, se sembraron cuatro variedades y dos híbridos de sorgo para forraje. El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento agronómico de los seis genotipos en siembra de verano tardío. La parcela se sembró en el mes de julio. El riego y los fertilizantes se aplicaron por medio del sistema de riego por goteo. Se presentaron problemas con plagas como pulgón amarillo y chinche de patas laminadas, principalmente. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Se tomaron las variables de longitud de planta y de excursión, longitud y ancho de hoja, diámetro de tallo, grados brix en entrenudo medio al momento del corte y rendimiento de forraje verde y seco. Los datos de fenología no se analizaron estadísticamente; el resto se analizaron por medio de un ANOVA y empleando la comparación de medias de Tukey ($P < 0.05$). Como resultado se observó que Matinal y Multi-rico se comportaron como genotipos precoces, Perla 101 tuvo un ciclo medio y Sinaloense 202, Gavatero 203 y Engordamilk se mostraron como de ciclo largo. Sinaloense 202 sobresalió por mayor longitud de planta, largo y ancho de hoja, diámetro de tallo y rendimiento de forraje verde; Gavatero 203 sobresalió por su mayor concentración de azúcares y rendimiento de forraje seco.

Palabras Clave: evaluación, genotipos, sorgo.

Abstract

In the late summer cycle 2017, in the facilities at Santo Domingo Valley Experimental Station of INIFAP, in B. C. S., México, four varieties and two hybrids of sorghum for hay were sown. The aim of the study was to evaluate the behavior of the six genotypes in late summer sowing. The plot was established in July. Irrigation and fertilizers were applied through a drip irrigation system. There were problems with pests, mainly, with pest such as yellow aphids and laminated leg bedbugs. The experimental design employed was a completely randomized blocks with four repetitions. Phenological data were taken from the variables of the plant length and exertion, length and width of leaf, stem diameter, Brix degrees in middle internode at the time of cutting and green and dry fodder yield. Phenology data were not analyzed statistically; the remaining of this were analyzed through an analysis of variance (ANOVA) and Tukey's measures comparisons ($P < 0.05$). Matinal and Multi-rico behaved like early genotypes, Perla 101 had an average cycle and 202, Gavatero 203 and Engordamilk were shown as a long cycle. Sinaloense 202 excelled in

plant length, length and width, stem diameter and green fodder yield; Gavatero 203 in a higher concentration of sugars and dry matter yield.

Key words: fodder yield, phenology, hybrids and varieties.

1. Introducción

El sorgo (*Sorghum bicolor* [L] Moench) es una planta originaria de la India. Perteneciente a la familia de las gramíneas, con cañas de 1.5 m de altura, llenas de un tejido blanco, algo dulce y vellosa en los nudos. Tiene hojas lampiñas, ásperas en los bordes, flores en panoja floja, grande y derecha o espesa, arracimada y colgante. Se adapta bien a climas cálidos, áridos o semiáridos. Soporta sequías durante tiempo prolongado y rebrota en cuanto el suelo tiene humedad. Se desarrolla bien en suelos alcalinos (SAGARPA, 2017). En una evaluación de nueve genotipos de sorgo forrajero en Portuguesa Venezuela, se concluyó que el déficit de humedad incidió negativamente sobre la altura de planta y este a su vez tuvo correlación positiva con el rendimiento de materia verde y seca; así mismo, el déficit hídrico tuvo influencia en el retraso de la aparición de la etapa de floración en los materiales evaluados (González, Sequera y Graterol, 2005). El valle de Santo Domingo, B. C. S. es una zona agropecuaria donde la principal fuente de forraje para el ganado es la alfalfa; sin embargo, este cultivo es altamente demandante de agua. El sorgo para forraje se siembra en una mínima superficie. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento fenológico y de rendimiento de seis genotipos de sorgo forrajero en verano tardío bajo las condiciones agroclimáticas del valle de Santo Domingo, B. C. S., México.

2. Materiales y métodos

El experimento se desarrolló en instalaciones del Sitio Experimental Valle de Santo Domingo del INIFAP, en Baja California Sur, México. Se evaluaron las variedades Matinal, Perla 101, Sinaloense 202 y Gavatero 203 así como los híbridos Multi – rico y Engordamilk. La variedad Matinal se reporta como un genotipo precoz con 50-55 días a floración, 90-100 días a cosecha, 2.10 m de altura promedio y 13 cm de excursión (Moreno, Cuevas, Melgoza, Loaiza y Hernández, 2014). La variedad Perla 101 es de ciclo intermedio, con 60-65 días a floración, 105-110 días a cosecha, 1.55 m de altura y 7 cm de excursión (Hernández, Moreno, Reyes y Loaiza, 2011); La variedad Sinaloense 202 es de ciclo intermedio, con 63 días a floración, 105 a cosecha, 2.51 m de altura de planta y 22 cm de excursión (Hernández, Moreno, Loaiza y Reyes, 2010a); Gavatero 203 es una variedad de ciclo intermedio con 61 días a floración, 110 a cosecha, 2.73 m de altura y 26 cm de excursión (Hernández, Moreno, Loaiza y Reyes, 2010b). La siembra se realizó el 7 de julio de 2017, en suelo seco y surcos a 80 cm de separación con una densidad de 20 semillas por metro de surco. Se aplicaron 93 horas de riego con cinta de goteo, con emisores a 20 cm y gasto 0.87 litros por hora por metro a 9 libras por pulgada cuadrada de presión. Se fertilizó con la fórmula 208–23–00 más dos aplicaciones de quelatos de fierro y otros fertilizantes foliares. La

parcela experimental comprendió cuatro surcos de 5 m de largo; la útil, 3 m de los dos surcos centrales. Se tomaron datos fenológicos considerando los días a llegada de embuche, aparición de panoja, inicio de floración, grano lechoso y grano masoso (cuando el 50% de las plantas llegaron a esa etapa y donde se tomaron datos de longitud de planta (de la base del tallo a la punta de la panoja), longitud de excursión, longitud de hoja, ancho de hoja, diámetro de tallo (en entrenudo medio), rendimiento de forraje verde, ° Brix en etapa de corte en entrenudo medio, y rendimiento de forraje seco. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Los datos de fenología no se analizaron estadísticamente; el resto se analizaron por medio del ANOVA y la comparación de medias de Tukey ($P < 0.05$) con el paquete estadístico SAS (SAS, 2014).

3. Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se muestra el comportamiento fenológico, en días después de siembra, de los seis genotipos estudiados; entre variedades los datos coinciden con lo reportado para el Estado de Sinaloa aunque el ciclo vegetativo al final resultó ser más corto en esta evaluación. Lo anterior quizás debido a que este experimento se estableció en verano en tanto que los datos reportados son para siembra de primavera. Los híbridos tuvieron comportamientos diferentes entre sí: Multi-rico presentó un ciclo precoz, semejante a la variedad Matinal, Engordamilk y las variedades Sinaloense 202 y Gavatero 203 presentaron el ciclo más largo; Perla 101 tuvo un ciclo intermedio entre estos dos grupos.

En el Cuadro 2 se presentan los datos de componentes de rendimiento para cada uno de los genotipos. En altura de planta y longitud de excursión el análisis no mostró diferencia estadística entre genotipos, en general los resultados coinciden con lo reportado para Sinaloa, excepción hecha con Matinal que resultó de porte más bajo que Perla 101. En longitud y ancho de hoja y diámetro de tallo sobresalió la variedad Sinaloense 202.

Cuadro 1. Etapas fenológicas (en días después de la siembra) de seis genotipos de sorgo forrajero en siembra de verano tardío, en el valle de Santo Domingo, B. C. S. 2017

Genotipos	Embuche	Aparición de panoja	Inicio de floración	Grano lechoso	Grano masoso
Matinal	41	52	55	61	74
Perla 101	59	69	71	78	86
Sinaloense 202	66	70	76	86	96
Gavatero 203	59	66	71	86	96
Multi - rico	41	52	54	58	70
Engordamilk	71	74	79	86	97

Cuadro 2. Comparación de medidas (en cm) de los principales componentes de rendimiento de seis genotipos de sorgo forrajero en siembra de verano tardío, en el valle de Santo Domingo, B. C. S. 2017

Variedad	Longitud de planta	Longitud de escersión	Longitud de hoja	Ancho de hoja	Diámetro de tallo
Matinal	146.8 a	13.3 a	71.4 b	6.5 bc	1.08 b
Perla 101	178.9 a	7.7 a	72.3 b	8.0 ab	1.41 a
Sinaloense 202	195.8 a	5.3 a	86.8 a	9.7 a	1.88 a
Gavatero 203	186.6 a	10.2 a	72.4 b	7.4 abc	1.11 b
Multi – rico	176.7 a	8.4 a	73.4 b	5.3 c	0.96 b
Engordamilk	163.6 a	11.8 a	65.9 b	6.8 bc	1.03 b
DMS de acuerdo a Tukey (<0.05)	60.5	9.0	13.0	2.5	0.67
CV (%)	14.1	41.2	10.3	21.8	31.0

^{a, b, c} Literales distintas entre hileras, indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

C. V. = coeficiente de variación.

Cuadro 3. Rendimiento de forraje verde, materia seca y concentrado de azúcares solubles al momento del corte, en seis genotipos de sorgo forrajero en siembra de verano tardío, en el valle de Santo Domingo, B. C. S. 2017

Variedad	Forraje verde (kg/ha)	Azúcares solubles (°brix)	Forraje seco (kg/ha)
Matinal	35,173 c	12.5 ab	9,222 c
Perla 101	48,500 b	13.7 ab	14,365 ab
Sinaloense 202	57,923 a	13.3 ab	16,166 ab
Gavatero 203	51,409 ab	16.8 a	16,713 a
Multi – rico	44,750 b	12.2 ab	13,460 b
Engordamilk	50,132 ab	10.8 b	14,197 ab
DMS de acuerdo a Tukey (<0.05)	9,124.6	4.9	2,669.3
CV (%)	16.0	18.5	18.7

^{a, b, c} Literales distintas entre hileras, indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

C. V. = coeficiente de variación.

En el Cuadro 3 se detallan los datos de rendimiento de forraje verde y seco y los grados Brix en el entrenado intermedio al momento del corte. En rendimiento de forraje verde estadísticamente sobresalió la variedad Sinaloense 202 y en forraje seco Gavatero 203. La variedad con mayor concentración de azúcares en el entrenado medio fue Gavatero 203.

4. Conclusiones

1.- Matinal y Multi-rico se comportaron como genotipos precoces, Perla 101 tuvo ciclo medio y Sinaloense 202, Gavatero 203 y Engordamilk se mostraron como los de ciclo más largo.

2.- Sinaloense 202 sobresalió por su mayor longitud de planta, largo y ancho de hoja, diámetro de tallo y rendimiento de forraje verde.

3.- Gavatero 203 sobresalió en la evaluación por su mayor concentración de azúcares y rendimiento de forraje seco.

Referencias

1. González, T. R. O, Sequera, M. W. Y. y Graterol, Y. 2005. Comportamiento de nueve cultivares de sorgo forrajero en Portuguesa, Venezuela. *Pastos: Revista de la Sociedad Española de para el Estudio de los Pastos*, 35 (2), 151-162.
2. Hernández E., L. A., Moreno G., T., Loaiza M., A., y Reyes J., J. E. 2010a. Sinaloense 202, nueva variedad de sorgo para el estado de Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(5), 733-737.
3. Hernández E., L. A., Moreno G., T., Loaiza M., A., y Reyes J., J. E. 2010b. Gavatero 203, nueva variedad de sorgo forrajero para el estado de Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(5), 727-731.
4. Hernández E., L. A., Moreno G., T., Reyes J., J. E., y Loaiza M., A. 2011. Perla 101: nueva variedad de sorgo para el estado de Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(5), 779-784.
5. Moreno, G. T., Cuevas R., E., Melgoza V., C. M., Loaiza M., A. y Hernández E., L. A. 2014. Matinal, cultivar de sorgo blanco para el estado de Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, pub. esp. num. 7, 1321-1326.
6. Sagarpa. 2017. Planeación Agrícola Nacional 2017 – 2030. Sagarpa, pp. 87 – 89.
7. SAS Institute Inc. 2014. SAS-Statistical Analysis Software for Windows Versión 9.3. Cary, NC: SAS Inst. Inc.

Evaluación De Lombricomposta Como Sustrato En La Producción De Plántulas De Chile Serrano (*Capsicum Annuum L.*)

Lizárraga-Sánchez G. J.^{1,2}, Félix-Gastelúm R.¹, Longoria-Espinoza R. M.¹, López-Valenzuela B. E.², Martínez-Álvarez, I. G.¹, Valenzuela-Escoboza F. A.², Rábago-Zavala K.², Sánchez-Lizárraga M. A.², Mendoza-Ochoa Z. E.², López-Parra M. G.²

¹Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Los Mochis, Sinaloa. glendalizarraga@favf.mx

²Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte

Resumen

El uso de humus de lombriz o lombricomposta en la producción agrícola satisface la demanda de nutrientes, mejora características de los cultivos, y las características de suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la lombricomposta como sustrato en el desarrollo de plántulas de chile serrano (*Capsicum annuum* L.). Los tratamientos fueron tres diferentes sustratos (residuos vegetales, estiércol de bovino y de equino) usados como alimento de la lombriz (*Eisenia fetida*). El diseño experimental fue en bloques al azar con cinco repeticiones. En cuanto a la calidad y su contenido nutrimental de la lombricomposta, se encontró que el porcentaje de N total y carbono fue mayor en bovino (2.00 y 9.64 respectivamente) seguido por la de equino (1.70 y 8.32 respectivamente) y residuos vegetales (1.22 y 7.96 respectivamente). No hubo diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a la germinación de semillas de chile dando un promedio del 66%. La lombricomposta a base de estiércol de bovino presentó el mayor aporte en el desarrollo y crecimiento de las plántulas de chile incrementando en un 100% con respecto al sustrato inerte y un 68% con respecto a la lombricomposta de estiércol de equino y de residuos vegetales. El tratamiento mezcla que mostró un mejor resultado fue la de 50% de vermiculita más 50% de lombricomposta. El uso de lombricomposta usado como sustrato para la producción de plántulas son una alternativa eficaz y viable favoreciendo con ello a la agricultura sustentable. **Palabras Clave:** lombricomposta, *Eisenia fetida*, sustratos orgánicos.

Abstract

The use of earthworm humus or vermicompost in agricultural production satisfies the demand for nutrients, improves characteristics of crops, and the characteristics of soils that have been deteriorated by the excessive use of agrochemicals. The objective of the present work was to evaluate the vermicompost as a substrate in the development of serrano pepper seedlings (*Capsicum annuum* L.). Treatments were three different substrates (plant wastes, bovine and equine manure) used as food for the earthworm (*Eisenia fetida*). The experimental design was in random blocks with five repetitions. As regard to the quality and nutritional content of the vermicompost, it was found that the percentage of total N and carbon was higher in cattle (2.00 and 9.64 respectively) followed by equine (1.70 and 8.32 respectively) and plant wastes (1.22 and 7.96 respectively). There were no significant differences between the treatments with respect to

the germination of chili seeds giving an average of 66%. The vermicompost based on bovine manure presented the greatest contribution in the development and growth of the chile seedlings increasing by 100% with respect to the inert substrate and 68% with respect to the vermicompost of equine manure and vegetable wastes. The mixed treatment that showed a better result was 50% vermiculite plus 50% vermicompost treatment. The use of vermicompost used as a substrate for the production of seedlings is an effective and viable alternative, thus favoring sustainable agriculture.

Key words: vermicompost, *Eisenia fetida*, organic substrates.

1. Introducción

El chile (*Capsicum annum* L.) en México se considera el segundo cultivo hortícola de importancia económica después del tomate, debido a la superficie que anualmente se destina para su siembra y a su consumo per cápita (INIFAP, 2005). A nivel nacional, en el año agrícola 2016, se sembraron 173,146.15 ha y se cosecharon 170,135.12 ha, resultando en una producción total de 3,279,909.63 ton y un rendimiento promedio de 19.28 ton ha⁻¹ (SIAP, 2016). La agricultura orgánica, se define como una visión sistémica y sustentable de la producción agrícola que usa como parte fundamental de los procesos biológicos de los ecosistemas naturales (García, 1995). La producción de plántulas de hortalizas es el paso más importante del cultivo (Silva Junior *et al.*, 1995; Filgueira, 1981). La lombricomposta ha demostrado ser un buen sustrato para la producción de plántulas de hortalizas. La lombriz roja californiana “*Eisenia foetida*”, (anélido hermafrodita) es la más utilizada en la lombricultura; la lombriz consume en el día el equivalente a su propio peso y excreta el 60% en forma de humus, producto la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica. El humus de lombriz es un fertilizante orgánico, de aspecto terroso, suave, ligero e inodoro que libera gradualmente sus elementos nutritivos asimilables para la planta, por lo tanto mejora las características físicas y químicas de los suelos. Así mismo, posee un pH entre 7 y 8, además contiene ácidos húmicos y fúlvicos que dan lugar a otros compuestos como las enzimas, hormonas, vitaminas y antibióticos, incrementando la capacidad inmunológica de las plantas (Capistran *et al.*, 2001; Martínez, 2000). Sumando a esto los estiércoles de origen animal son manejados en forma inadecuada, causando problemas ambientales, constituyéndose en un importante reservorio de contaminantes de mantos freáticos y del suelo al ocasionar un aumento en la concentración de nitratos (N-NO₃). Es por ello, que este proyecto el objetivo fue evaluar sustratos a base de lombricomposta de distintos estiércoles de origen animal mezclados con material inerte (vermiculita), para evaluar el desarrollo y producción de plántulas del cultivo de chile.

2. Materiales y métodos

A. Ubicación del experimento. El estudio se estableció en la ciudad de Juan José Ríos, Sinaloa, en la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte, de la Universidad Autónoma de

Sinaloa, geográficamente situada en las coordenadas 25°45'21.8" N, y 108°50'22.6 " O, con 12 msnm.

B. Preparación de precompostajes. Se mezcló rastrojo de maíz con residuos vegetales, estiércol vacuno, y equino para la obtención de precomposta, (mezcla con una relación C/N de 25/1) (Labrador, 2001; Hansen *et al.*, 2001). Se estimó la cantidad de cada residuo con el programa "Moisture and C/N Ratio Calculation", desarrollado por Richard (1995) (Cuadro 1). Se mezcló diariamente para aumentar la aireación y reducir zonas anaerobias, con duración de 20 días (Nogales *et al.*, 2005); el producto resultante se destinó al proceso lombricompostaje.

C. Elaboración de lombricomposta. Se acondicionó como composteros, tres recipientes de fibra de vidrio de 1,00 m (largo) x 0,50 m (ancho) x 0,37 m (altura), con orificios evitar la acumulación de agua. Se colocó una población de 1000 lombrices adultas por recipiente (Hernández *et al.*, 2009). Se alimentaron diariamente (Schuldt, 2005). Se mantuvo con riegos un 70-80% de humedad, temperatura 25°C y pH neutro (NRAES, 1999; Soto y Muñoz, 2002). Se cosechó la lombricomposta a las 4 semanas (Lara y Quintero, 2006).

D. Descripción de tratamientos y diseño experimental. Se emplearon la variedad San Vicente (Seminis®) de chile serrano. Se evaluó porcentaje de germinación estándar por el método ISTA, (1993). Se realizaron tres bioensayos: 1. Lombricompostas de bovino (Lbv); 2. Lombricompostas de equino (Leq) y 3. Lombricomposta de residuos vegetales (Lrv). Se utilizaron charolas de germinación y crecimiento de plántulas, con sustrato inerte de vermiculita (silicato hidratado de magnesio, aluminio y hierro). Los tratamientos fueron: T-1 con 100% de vermiculita; T-2 con 75% vermiculita + 25% de lombricomposta; T-3 con 50% vermiculita + 50% lombricomposta; T-4 con 25% vermiculita+ 75% lombricomposta y T-5 con 100% de lombricomposta. El aporte de N orgánico fue similar, de acuerdo con el contenido de N de 1.70%, 2.24% y 2.2% en lombricomposta de residuos vegetales, bovino y equino respectivamente. El experimento constó de un total de 75 unidades experimentales.

E. Análisis de los datos. Los resultados obtenidos se sometieron sistema de análisis estadístico (SAS versión 9.1, 2003) y para la comparación de medias se realizó una prueba de Duncan ($p \leq 0.05$) del mismo programa.

F. Manejo del bioensayo. Se aplicó en forma constante a todos los tratamientos el riego con agua destilada; 12 horas luz y 12 horas oscuridad y 25°C de temperatura.

Cuadro 1. Cantidad de estiércol de origen animal y rastrojo vegetal para la elaboración de la mezcla inicial con una relación C/N de 25/1

Residuo orgánico	Humedad (%)	C (%)	N (%)	Cantidad de residuo en la mezcla inicial (kg)
Estiércol vacuno	79.9	10.3	2.1	1.3
Estiércol equino				
Residuo vegetal (maíz)	11.4	25.8	0.5	1.0

G. Variables fisiológicas evaluadas. 1. Altura de planta. a los 10 días después de emergencia (dde), se midió altura en 10 plantas al azar de cada tratamiento y al total de las plantas a los 30 (dde); se midió la longitud de plántula en centímetros (cm) con la ayuda de una regla graduada.

2. Peso fresco y seco del follaje. El peso fresco y seco (g) del follaje se evaluó a los 30 dde. El follaje se lavó y colocó en bolsas de papel estraza y se secaron en un horno con recirculación de aire a 70°C por 48 horas. Se pesaron en una balanza digital (Scientech SA120).

H. Contenido nutricional de las lombricomposta. Se evaluó la concentración de: N-NO₃, P, K, Ca, Mg, MO y pH. El muestreo y el análisis de los abonos orgánicos se efectuaron siguiendo la metodología utilizada en el Laboratorio de IBC Analytic México de la Universidad Autónoma de Occidente en la Cd. de Los Mochis, Sinaloa. El MO fue medido por el método de la oxidación de dicromato de Walkley-Black y N-NO₃ por el método de brucina y espectrofotometría (HACH DR 5000-UV-visible) (Uvalle-Bueno, 1993); pH en dilución en agua 1:2 (p/v) usando un potenciómetro (340 Corning, USA). La determinación de elementos mayores: K, Ca, Mg y Na, mediante procedimientos de colorimetría y su lectura en espectrofotómetro (Cuadro 2).

3. Resultados y discusión

Cuadro 2. Análisis físico-químico de las lombricompostas

	pH	Ce ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Carbono (%)	MO (%)	N (%)	P (%P ₂ O ₅)	K (%K ₂ O ₅)	Relación C/N
Lombr. Bovino	7.6	0.56	9.64	15.7	2.00	0.55	2.56	21.42
Lombr. Equino	7.8	0.62	8.32	13.2	1.70	0.56	1.98	20.33
Lombr. Residuos vegetales	7.3	0.73	7.96	14.2	1.22	0.43	2.10	19.32

A los 7 días se hizo el primer conteo de germinación, registrándose el número de plántulas normales y anormales, así como el registro de semillas duras (sin germinar), obteniendo un promedio de un 99% de pureza, 66% de germinación y 1% inerte. El peso fresco y peso seco fue evaluado a los veinte días (Cuadro 2). Se aprecia que el mejor comportamiento en cuanto a este parámetro lo alcanzó el tratamiento con lombricomposta a base de estiércol de bovino, incrementando un 105% en el desarrollo y crecimiento de las plántulas de chile con respecto al control y en un 30% con respecto a las otras dos lombricompostas. El tratamiento más efectivo fue la mezcla: 50% de vermiculita+50% de lombricomposta, mostrando un incremento promedio en altura de planta de un 68% con respecto a los otros (Cuadro 3). Resultado acorde

con lo reportado por Martínez *et al.* (2010) donde lombricomposta favoreció la germinación y emergencia de las plántulas de tomate con un mayor peso seco, altura, y diámetro de tallo.

Cuadro 3. Medias de variables fisiológicas evaluadas en plántulas de chile con sustratos de lombricomposta bajo condiciones de invernadero

N° tratamiento	Descripción de tratamientos	AP ₁ (cm)		PFF ₂ (g)		PFS ₃ (g)		
1	Lombricomposta de bovino (Lbv)	100% vermiculita	6.8	d	1.90	d	0.07	D
2		75% vermiculita + 25% Lbv	8.9	c	2.66	b	0.08	Cd
3		50% vermiculita + 50% Lbv	9.9	a	3.90	a	0.17	A
4		25% vermiculita + 75% Lbv	9.7	ab	2.52	c	0.14	B
5		100% Lbv	8.8	c	2.23	cd	0.12	Bc
1	Lombricomposta de equino (Leq)	100% vermiculita	5.8	e	1.12	c	0.06	Ab
2		75% vermiculita + 25% Leq	9.1	b	1.82	b	0.07	A
3		50% vermiculita + 50% Leq	9.6	a	2.32	a	0.10	A
4		25% vermiculita + 75% Leq	8.3	c	1.17	c	0.05	Bc
5		100% Leq	7.1	d	1.90	b	0.04	C
1	Lombricomposta de Residuos veg (Lrv)	100% vermiculita	6.0	d	1.52	c	0.11	Cd
2		75% vermiculita + 25% Lrv	8.6	b	2.35	a	0.17	B
3		50% vermiculita + 50% Lrv	9.3	a	2.45	a	0.21	A
4		25% vermiculita + 75% Lrv	8.7	b	2.11	b	0.13	C
5		100% Lrv	7.5	c	1.52	c	0.14	C
		F	1.29		3.17		4.06	
		P	0.27		4		<0.0001	

AP₁= altura de plántula; PFF₂= peso foliar fresco; PFS₃= peso foliar seco
Letras iguales no son diferentes (Duncan, *P* 0.05).

4. Conclusiones

De acuerdo al análisis físico-químico de los sustratos y a los resultados de los bioensayos, es posible evidenciar la eficiencia de los materiales utilizados como sustrato en la germinación y desarrollo de chile, siendo el sustrato “idóneo” la lombricomposta a base de estiércol de bovino, debido a su alta eficacia observada como estimulante de germinación y crecimiento de chile. ya que mejora la aireación y capacidad de retención de agua y nutrientes. La utilización de lombricomposta demuestra ser una alternativa rentable y eficaz en la producción de una agricultura más sustentable y amigable con el ambiente.

Referencias

- Altomare C, Norvell WA, Bjorkman T and Harman GE. 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. Applied Environmental Microbiology. 65:2926-2933.

2. Butt TM, Harris J and Powell K. 1999. The European scene opportunities for biopesticides. In: Biopesticides: use and delivery, Humana Press, Totowa, N. J. 5:23-44.
3. Cano MA. 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. U.D.C.A. 14(2): 15 – 31.
4. Capistran F, Aranda E, Romero J. 2001. Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. 1^{era}. Ed., 2a. Reimp. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver., México. 151 p.
5. Filgueira FAR, 1981. Manual de Olericultura, v.1. São Paulo: Ceres, v1. 338 p.
6. García JE, Monge-Nájera J. 1995. Memoria Universidad Estatal a Distancia (EUNED): San Jorja del Simposio Centroamericano sobre Agricultura se, Costa Rica. p. 387-403. Orgánica. San José, Costa Rica, 6-11 de mayo de 1995. Paraninfo "Daniel Oduber Q.", UNED 460.
7. Hansen B, Alroe HF, and Kristense ES. 2001. Approaches to assess the environmental impact of organism farming with particular regard to Denmark. Agronomy Ecosystem. Environmental 83: 11-26.
8. Hernández JA, Pietrosevoli S, Faria A, Palma R, and Canelón R. 2009. Efecto de la frecuencia de alimentación en el crecimiento y la reproducción de la lombriz *Eisenia* spp. Interciencia 34(4):270-273.
9. INIFAP. 2005. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. <https://www.gob.mx/inifap>
10. ISTA. 1993. International Rules for Seed Testing. Rules 1993. Seed Sci. Technol. 21: 27-28.
11. Labrador MJ. 2001. La Materia Orgánica en los Agroecosistemas. Grupo Mundi-Prensa. España. 169-171 pp.
12. Lara A, and Quintero R. 2006. Manual de producción de humus de lombriz. Unidad Académica de Agronomía. Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”. Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Edo. de México, México. Fundación Produce Zacatecas, A. C. 43 p.
13. Martínez A. 2000. Producción de húmus e matrices. Escala Rural (BR). 2(10): 18 – 23.
14. Martínez LDO, Olarte, JS, Díaz-Ruiz, JR, y Mendoza JO. 2010. Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible, 6(3), 365-372.
15. Nogales R, Cifuentes C, and Benítez E. 2005. Vermicomposting of winery wastes: A laboratory study. Journal of Environmental Science and Health Part B. 1234: 659- 673.
16. NRAES. (Field Guide to On-Farm composting). 1999. Nature Resource, Agriculture and Engineering Service. Cooperative Extensión-152 Riley-Robb Hall. New York. 27-28, 32.
17. Richard, T. 1995. Moisture and carbon/nitrogen ratio calculation. Cornell Waste Management Institute, Department of Agricultural and Biological Engineering. Ithaca, NY, USA.
18. SAS. 2004. Statistical Analysis System version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
19. Schuldt M, Rumi A, and Gutiérrez DE. 2005. Determinación de “edades” (clases) en poblaciones de *Eisenia foetida* (Annelida: Lumbricidae) y sus implicancias reprobológicas. Revista del Museo de La Plata. Zoología 17(170):1-10.
20. SIAP. 2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.gob.mx/siap>
21. Silva Júnior AA, Macedo SG y Stuker H. 1995. Utilização de esterco de peru na produção de mudas de tomateiro. Boletim Técnico, 73. Florianópolis: Empresa de pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (EPAGRI). 28 p.
22. Soto G, and Muñoz C. 2002. Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost, y su empleo en la agricultura. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 65: 123-125.
23. Uvalle-Bueno X. 1993. Laboratorio de Suelos del Centro de Investigaciones Regionales del Noroeste (CIRNO- INIFAP). Obregón, Sonora.

Beneficio De Los Bioinoculantes En La Promoción De Crecimiento Vegetal

López-Valenzuela B. E.^{1,3}, Armenta-Bojórquez A. D.², Valenzuela-Escoboza F. A.¹, Lizárraga-Sánchez G. J.¹, Rábago-Zavala K.¹, González-Mendoza D.³

¹Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte

blancapezvzla@favf.mx

²Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa

³Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas

Resumen

Este experimento se llevó a cabo en campo, se inocularon semillas de maíz con microorganismos del suelo como *Trichoderma* y *Bacillus* con un efecto promotor de crecimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) previamente probado bajo condiciones de invernadero. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones. Se establecieron 15 tratamientos, que incluyeron a las dos mejores cepas de *Trichoderma* (C1 y C2) y a las dos mejores cepas de *Bacillus* (C5 y C8) seleccionadas en invernadero (todas, cepas nativas de la región norte de Sinaloa), éstas se combinaron con tres dosis de fertilización nitrogenada (urea 46% N). El experimento constó de un total de 45 unidades experimentales. En los resultados obtenidos en volumen de raíz y peso seco de follaje se probó que los tratamientos 5 (C5= *Bacillus cereus*) y 11 (C2= *Trichoderma virens*), ambos fertilizados con 150 kg N ha⁻¹ mostraron la misma efectividad en la promoción de crecimiento que los tratamientos fertilizados con 300 kg N ha⁻¹. Esto indica que los tratamientos 5 y 11 actuaron con efectividad como promotores de crecimiento, reduciendo en un 50% la dosis de fertilizante nitrogenado requerido por el cultivo de maíz en campo. Por lo anterior, la biofertilización representa una alternativa para obtener cosechas sanas y asegurar la fertilización del cultivo de maíz sin influir en los costos económicos y medio ambientales de la fertilización química tradicional.

Palabras Clave: microorganismos del suelo, promoción de crecimiento vegetal, biofertilización.

Abstract

This experiment was carried out in the field, corn seeds were inoculated with soil microorganisms such as *Trichoderma* and *Bacillus* with a growth promoting effect on the corn crop (*Zea mays* L.) previously tested under greenhouse conditions. A randomized complete block design with three replicates was used. Fifteen treatments were established, included the two best *Trichoderma* strains (C1 and C2) and the two best *Bacillus* strains (C5 and C8) selected in greenhouse (all strains native to the northern region of Sinaloa), these strains were combined with three doses of nitrogen fertilization (urea 46%N). The experiment consisted of a total of 45 experimental units. The results obtained in root volume and dry foliage weight showed that

treatments 5 (C8 = *Bacillus cereus*) and 11 (C2 = *Trichoderma virens*), both fertilized with 150 kg N ha⁻¹, showed the same effectiveness in the promotion of growth as the treatments fertilized with 300 kg N ha⁻¹. This indicates that treatments 5 and 11 acted effectively as growth promoters, reducing by 50% the fertilizer nitrogen doses required by corn cultivation on the field. Based on the above, biofertilization represents an alternative to obtain healthy harvests and ensure the fertilization of the maize crop without influence in the economic and environmental costs of traditional chemical fertilization.

Key words: soil microorganisms, promotion of plant growth, biofertilization.

1. Introducción

En la actualidad, los fertilizantes minerales son usados indiscriminadamente y llegan a generar serios desequilibrios en los agroecosistemas por contaminación del suelo, el agua, el aire y los alimentos, pudiendo provocar la degradación de los suelos y la resistencia a plagas, la destrucción de los controles naturales y hasta poner en peligro la salud humana. Por tal motivo, es de gran interés restaurar la microflora del suelo mediante estrategias que permitan mejorarlo en relación a la productividad agrícola y de una manera no contaminante (Pulido *et al.*, 2003). *Trichoderma* es un controlador biológico que secreta más de 70 metabolitos, entre ellos: sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Según Harman *et al.* (2004), durante muchos años se supo de la habilidad de estos hongos para estimular el crecimiento de las plantas, en especial el sistema radicular, sin embargo, aún no se conocen con certeza los mecanismos involucrados. Smith *et al.* (1990), señalaron que estos incrementos pudieran atribuirse a la eliminación de patógenos menores que se encuentran en la rizosfera, mientras que Windham (1986) opinó, que *Trichoderma* era capaz de producir un factor regulador del crecimiento sobre plantas de diferentes cultivos ya que tiene la capacidad de multiplicarse en el suelo y colonizar las raíces de las plantas liberando factores de crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas) que estimulan la germinación, la altura, el volumen, así como el peso de la planta (Altomare *et al.*, 1999; Cupull *et al.*, 2003). Así mismo, *Bacillus* es considerada una bacteria promotora de crecimiento vegetal, además de tener un efecto protector contra patógenos del suelo (Butt, *et al.*, 1999). Se han demostrado las potencialidades de *Bacillus* spp. para la producción de antibióticos, enzimas, la solubilización de fosfatos (Chen, *et al.*, 2006) y la fijación biológica del nitrógeno (Ooi *et al.*, 2008). En este sentido, se han realizado estudios de promoción del crecimiento vegetal (Figueiredo y Martinez, 2008). Son diversas las especies y cepas que han permitido ampliar nuestro conocimiento en esta área, tales como *Bacillus megaterium* UMCV1, *Bacillus subtilis* GB03, *Bacillus amyloliquefaciens* IB937a y FZB45, *Bacillus cereus* L254, *Bacillus simplex* L266, *Bacillus* sp. L272a y *Bacillus thuringiensis* UM96, las cuales promueven el crecimiento de las diferentes especies de *Bacillus* candidatos oportunos para producir bioinoculantes que permitan eliminar y/o disminuir el uso de pesticidas químicos que dañan el ambiente (Santoyo *et al.*, 2012). Es difícil entender por completo el funcionamiento de un sistema biológico. La complejidad de las interacciones planta–suelo–microorganismo–ambiente son variadas; una comprensión completa de todas las relaciones en cuestión es poco probable; sin embargo, los efectos benéficos de las interacciones biológicas que estimulan los

rendimientos de los cultivos y mejoran la sanidad de las plantas pueden ser evaluados y quedar en evidencia algunas estrategias generales de la interacción (Cano, 2011). La sustentabilidad de los sistemas agrícolas a largo plazo debe fomentar el uso y manejo efectivo de los recursos internos de los agroecosistemas. En este sentido, los biofertilizantes e inoculantes microbianos, son un componente vital de los sistemas sustentables, ya que constituyen un medio económicamente atractivo y ecológicamente aceptable de reducir los insumos externos y de mejorar la calidad y cantidad de los recursos internos (Rodríguez-Hernández *et al.*, 2006). Por lo anterior, se propuso como objetivo de este trabajo: Evaluar la actividad de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. nativos como promotores de crecimiento vegetal en el cultivo de maíz, comparada con fertilización sintética nitrogenada en la región norte de Sinaloa.

2. Materiales y métodos

A. Ubicación del lote experimental. Se estableció en un campo agrícola perteneciente a un productor cooperante situado en el municipio de Ahome, Sinaloa, México. El lote experimental está ubicado en las coordenadas: Latitud: 25° 56' 57.6" N, Longitud: 109° 08' 37.7" O a una altura de 15 metros sobre el nivel del mar (msnm).

B. Preparación del terreno. Se realizó de acuerdo a la tecnología utilizada por los productores de maíz en la región, la cual consistió en barbecho, rastreo cruzado, riego de asiento (por gravedad); después de la aplicación del riego de asiento se dieron dos pasos de rastra para la eliminación de maleza y la marca para la posterior siembra del cultivo de maíz.

C. Inoculación y siembra. Con *Trichoderma* spp. la inoculación se realizó de la siguiente manera: la semilla se impregnó con la cantidad de 3 mL de inóculo, en una concentración de 1×10^7 esporas mL^{-1} . Se agitó por 1 min y se dejó en reposo por 12 horas. En el caso de *Bacillus* spp. la semilla se impregnó con una cantidad de 2 mL de inóculo a una concentración de 1×10^6 UFC mL^{-1} . Se agitó por 1 min, se dejó en reposo por 20 minutos antes de su siembra en campo. Para la siembra se utilizó el híbrido Caribú® de ASGROW y fueron depositadas 8 semillas por metro lineal, a 10 cm de profundidad, alcanzando una densidad de siembra aproximada a 107,000 plantas por hectárea.

D. Descripción de tratamientos y diseño experimental. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones. Se establecieron 15 tratamientos, que incluyeron a las dos mejores cepas de *Trichoderma* nativas (C1 y C2) y a las dos mejores cepas de *Bacillus* nativas (C5 y C8) seleccionadas en invernadero, combinadas con tres dosis de fertilización nitrogenada (urea 46% N). El experimento constó de un total de 45 unidades experimentales.

E. Análisis de los datos. Los resultados obtenidos en campo para la evaluación de *Trichoderma* y *Bacillus* con potencial en la promoción de crecimiento en maíz se sometieron a un análisis de varianza empleando el Sistema de Análisis Estadístico (SAS versión 9.1, 2004) y para la comparación de medias se realizó una prueba de Duncan ($p \leq 0.05$) del mismo programa.

F. Manejo del cultivo

IRiego y Fertilización. Se aplicó un riego pesado en pre siembra, el primer riego de auxilio se aplicó a los 58 días después de siembra (dds) (etapa V9), el segundo a los 78 dds (etapa V12), el tercero se aplicó a los 100 dds (etapa VI) y el cuarto (último) riego se aplicó a los 125 dds (etapa grano lechoso) con láminas suficientes para cubrir las necesidades hídricas del cultivo en sistema de riego por gravedad. La fertilización se realizó en una sola dosis de aplicación previo a la siembra, de 300 y 150 kg de Nitrógeno por hectárea, dependiendo del tratamiento a evaluar, empleando como fuente nitrogenada UREA® (46% de Nitrógeno), lo que representa dosis de 652 y 326 kg UREA® ha⁻¹ respectivamente.

G. Variables fisiológicas evaluadas.

Altura de planta, grosor de tallo. En cada una de las 45 unidades experimentales, en cinco plantas al azar, se realizaron dos mediciones de estos parámetros: a los 74 y 134 dds durante el desarrollo del cultivo. La altura de planta, se midió con un estadal graduado considerando como altura total la longitud (cm) comprendida desde el cuello hasta el último brote. En la medición del diámetro (mm) del tallo, se utilizó un Vernier considerando como punto clave el cuello de la planta.

Volumen de raíces y peso seco del follaje. El volumen (mL) de raíces se evaluó a los 134 dds. Para medirlo se extrajeron tres plantas completas por tratamiento, cuidando que no quedara raíces incrustadas en el suelo. A cada planta individual se le cortó la raíz y se introdujo en un recipiente con agua, para ablandar el sustrato que las rodeaba; posteriormente se lavaron con agua corriente, hasta dejarlas libres de suelo. En una probeta de 1000 mL se introducían las raíces y por desplazamiento del líquido se cuantificó el volumen. El peso seco (g) del follaje se evaluó también a los 134 dds. El follaje de las plantas correspondiente a cada unidad experimental se lavó y colocó en bolsas de papel estraza previamente etiquetadas. Éstas se introdujeron en un horno de secado con recirculación de aire a 70°C por 48 horas, posteriormente se pesaron en una balanza digital para cuantificar el peso seco.

3. Resultados y discusión

Con los resultados obtenidos en las variables fisiológicas evaluadas se probó, que los tratamientos 5 (C5= *Bacillus cereus*) y 11 (C2= *Trichoderma virens*), ambos fertilizados con 150 kg N ha⁻¹ mostraron la misma efectividad en la promoción de crecimiento que los tratamientos fertilizados con 300 kg N ha⁻¹. Esto indica que los tratamientos 5 y 11 actuaron con efectividad como promotores de crecimiento, reduciendo en un 50% la dosis de fertilizante nitrogenado requerido por el cultivo de maíz en campo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Medias de variables fisiológicas evaluadas en el cultivo de maíz con cepas de *Trichoderma* y *Bacillus* como promotores de crecimiento, en combinación con fertilización nitrogenada bajo condiciones de campo

Nº trat.	Descripción de tratamientos		AP (m)		DT (cm)		VR (mL)		PSF (g)	
1	Bacillus (C5)	B. cereus sensu lato sin nitrógeno (N)	2.27	b	1.96	c	30.00	e	85.80	f
2		B. cereus sensu lato con 150 kg N ha ⁻¹	2.48	ab	2.15	bc	76.67	ab	128.42	abc
3		B. cereus sensu lato con 300 kg N ha ⁻¹	2.37	ab	2.14	bc	70.00	abcd	119.00	bcde
4	Bacillus (C8)	B. cereus sin (N)	2.34	ab	1.98	c	50.00	cde	109.13	de
5		B. cereus con 150 kg N ha ⁻¹	2.41	ab	2.59	a	70.00	abcd	136.86	a
6		B. cereus con 300 kg N ha ⁻¹	2.49	ab	2.12	bc	53.33	bcd	119.51	bcd
7	Trichoderma (C1)	T. asperellum sin (N)	2.34	ab	2.04	bc	46.67	de	104.90	e
8		T. asperellum con 150 kg N ha ⁻¹	2.33	ab	2.13	bc	70.00	abcd	117.66	bcde
9		T. asperellum con 300 kg N ha ⁻¹	2.45	ab	2.11	bc	63.33	abcd	112.93	bcd
10	Trichoderma (C2)	T. virens sin (N)	2.35	ab	2.01	bc	50.00	cde	108.10	de
11		T. virens con 150 kg N ha ⁻¹	2.44	ab	2.21	b	86.67	a	136.77	a
12		T. virens con 300 kg N ha ⁻¹	2.39	ab	2.12	bc	60.00	bcd	118.17	bcde
13	Testigos positivos	Bacillus comercial con 300 kg N ha ⁻¹	2.55	a	2.15	bc	66.67	abcd	135.63	a
14		Trichoderma comercial con 300 kg N ha ⁻¹	2.48	ab	2.08	bc	73.33	abc	113.37	de
15		Sin cepa con 300 kg N ha ⁻¹	2.35	ab	2.16	bc	76.67	ab	130.26	ab
		F	1.29		3.17		4.06		10.39	
		P	0.27		4		<0.0001		<0.0001	

AP = altura de planta; DT=diámetro de tallo; VR = volumen de raíz; PSF= peso seco del follaje. Letras iguales dentro de cada columna no son diferentes (Duncan, $P < 0.05$).

4. Conclusiones

La bioinoculación con *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. en condiciones de campo reducen al 50% la dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz. Utilizar estos microorganismos como biofertilizantes puede ser una alternativa con amplio futuro en la agricultura sostenible. Reducen el uso de fertilizantes nitrogenados, los costos de producción y la contaminación de los suelos y mares por el uso excesivo de fertilizantes químicos.

Agradecimientos

Al Programa para el desarrollo profesional Docente (PRODEP) por la beca otorgada para la obtención de dicho producto.

Referencias

1. Altomare, C., Norvell, W. A., Bjorkman T., and Harman, G. E. (1999). Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma barzilianum* Rifai 1295-22. *Applied Environmental Microbiology*, 65,2926-2933.
2. Butt, T. M., Harris, J., and Powell, K. (1999). The European scene opportunities for biopesticides. In: *Biopesticides: use and delivery*, Humana Press, Totowa, New Jersey.
3. Cano, M. A. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. *U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 14(2), 15 – 31.
4. Chen, Y. P., Rekha, P. D., Arun, A. B., Shen, F. T., Lai, W., y Young, C. C. (2006). Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Applied Soil Ecology*, 34,33-41.
5. Cupull, S. R., Andréu, R. C. M., Pérez, N. C., Delgado, P. Y., y Cupull, M. C. (2003). Efecto de *Trichoderma viride* como estimulante de la germinación, el desarrollo de posturas de cafetos y el control de *Rhizoctonia solani* Kuhn. *Centro Agrícola*, 30,21-25.
6. Figueiredo, M. V. B., y Martinez, C. R. (2008). Plant growth-promoting rhizobacteria for improving nodulation and nitrogen fixation in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *World Journal Microbiology Biotechnology*, 24,1187-93.
7. Harman, E. G., Howell, C. R., Viterbo, A., and Chet, I. (2004). *Trichoderma* spp.—opportunistic avirulent plant symbionts. *Nature Reviews*, 2,43-56.
8. Ooi, T. C., Ariff, A. B., Halimi, M. S., y Shamsuddin, Z. H. (2008). Growth kinetics of diazotrophics *Bacillus sphaericus* UPMB cultured using different types and concentrations of carbon and nitrogen sources. *Malaysian Journal of Microbiology*, 4,15-25.
9. Pulido, L. E., Medina, N., y Cabrera, A. (2003). Biofertilización con rizobacterias y hongos micorrízicos arbusculares en la producción de posturas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y cebolla (*Allium cepa* L.). i. crecimiento vegetativo. *Redalyc*, 24,15-24.
10. Rodríguez-Hernández, A., Heydrich-Pérez, M., Velázquez del Valle, M. G., Hernández-Lauzardo, A. N. (2006). Perspectivas del empleo de Rizobacterias como agentes de control biológico en cultivos de importancia económica. *Redalyc*, 24(1), 42-49.
11. Santoyo, G., Orozco, M., y Govindappa, M. (2012). Mechanisms of biocontrol and plant growth-promoting activity in soil bacterial species of *Bacillus* and *Pseudomonas*: a review *Biocontrol Science and Technology*, 22,855-872.
12. SAS, Statistical Analysis System version 9.1. (2004). SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.
13. Smith, V., Wilcox, W., y Harman, G. (1990). Potential for biological control of *Phytophthora* and Crown Rots of apple by *Trichoderma* and *Gliocladium* spp. *Phytopathology*, 80(9),880-885.
14. Windham, M., Elad, Y., y Baker, R. (1986). A mechanism for increased plant grow induced by *Trichoderma* spp. *Phytopathology*, 76,518-521.

Respuesta De *Asclepias Subulata* Decne. A La Aplicación De Riego E Incorporación De Hidrogel, En La Costa De Hermosillo, Sonora, México

López-Elías Jesús¹, Robles Z. Ramón E.², Jiménez L. José¹, Huez L. Marco A.¹

¹Departamento de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora. Carretera Hermosillo a Bahía de Kino, Km. 21. Hermosillo, Sonora. México lopez_eliasj@guayacan.uson.mx

²Departamento de Ciencias Químico Biológicas, Universidad de Sonora. Blvd. Luis Encinas y Rosales. Hermosillo, Sonora. México

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de *Asclepias subulata* Decne., planta de la flora silvestre del Desierto Sonorense de interés para reforestación, industria y uso medicinal. Al no existir información sobre su domesticación, es de fundamental importancia realizar estudios que permitan asegurar su propagación. Los tratamientos evaluados fueron humedad en el suelo (con y sin riego) y uso de hidrogel a base de poliacrilamida de potasio (0 y 5 g planta⁻¹). Se usó un diseño de bloques completos al azar, con arreglo factorial de parcelas divididas. Las variables a evaluar fueron: altura de la planta, número de tallos por planta y biomasa. La disponibilidad de humedad en el suelo influyó en la altura de la planta, el número de tallos por planta y la biomasa, viéndose favorecidos con la aplicación de riego. El adiconamiento de hidrogel al suelo no influyó en las variables evaluadas. Tampoco hubo interacción humedad en el suelo x hidrogel.

Palabras Clave: Acondicionador del suelo, algodoncillo, hidrogel.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the behavior of *Asclepias subulata* Decne., A wild flora of the Sonoran Desert of interest for reforestation, industry and medicinal use. In the absence of information regarding their domestication, it is of fundamental importance to carry out tests to ensure their propagation. The treatments evaluated were soil moisture (with and without irrigation) and use of hydrogel based on potassium polyacrylamide (0 and 5 g plant⁻¹). A randomized complete block design with a factorial arrangement of divided plots was used. The variables evaluated were: plant height, number of stems per plant and biomass. The availability of moisture in the soil influenced plant height, number of stems per plant and biomass, being favored by the application of irrigation. The addition of hydrogel to the soil did not influence the variables evaluated. There was also no interaction soil moisture x hydrogel.

Key words: Soil conditioner, desert milkweed, hydrogel.

1. Introducción

En América existen alrededor de 150 especies nativas de *Asclepias*, 68 de las cuales se distribuyen en México (Fernández, Juárez y Cortés, 2008). Una de las especies es *Asclepias subulata* Decne., de la familia Asclepiadaceae, conocida también como ajamete, candelilla bronca, hierbajo lechoso, inmortal, mata candelilla, jumete, talayote o yamate, la cual es una planta nativa perenne que forma parte de los recursos naturales de Baja California, Sinaloa, Sonora, Arizona, California y Nevada (Fernández *et al.*, 2008). *Asclepias subulata* está siendo usada como especie prioritaria para la restauración del hábitat de la mariposa monarca (Borders y Lee-Mäder, 2014), paisajismo (Bradley, 1998), producción de látex (Beckett y Stitt, 1935), fuente de fibras, alimento y uso industrial (Borders y Lee-Mäder, 2014), obtención de compuestos fenólicos (Agrawal *et al.*, 2009) y uso medicinal (Fernández *et al.*, 2008; Borders y Lee-Mäder, 2014) por su contenido de alcaloides, flavonoides, taninos y cardenólidos (Fernández *et al.*, 2008).

Se han realizado estudios que muestran la viabilidad del uso de polímeros hidrófilos para mejorar la capacidad de retención de agua en el suelo, aprovechar el agua de lluvia o riego al perderse menor cantidad de agua por percolación, disminuir la evaporación de la misma, reducir la lixiviación de nutrientes y mejorar la aireación y drenaje del suelo; factores que permiten espaciar la frecuencia de los riegos, favorecer el desarrollo del sistema radicular, el crecimiento de la planta, mejorar la actividad biológica e incrementar la producción (Sojka, Bjorneberg, Entry, Lentz y Orts, 2007). Estos polímeros pueden ser degradadas biológicamente, por lo que una vez aplicadas en el suelo sufren una paulatina degradación o disociación, influyendo los rayos ultravioletas provenientes del sol en su degradación y el uso de implementos agrícolas en su fraccionamiento (Sojka, Entry y Fuhrmann, 2006). Una vez incorporado al suelo, el proceso continuo de humedecimiento y secado por el que atraviesa el polímero trae consigo cambios significativos en la capacidad de absorción y retención de agua, reduciendo su efectividad (Choudhary, Al-Omran y Shalaby, 1998). La estabilidad del polímero también se ve afectada por la temperatura, de forma que un incremento en la temperatura reduce la capacidad de retención de agua por el polímero, siendo mayor el efecto a temperaturas superiores a los 60° C (Katime, 2003); situación la cual también se presenta bajo condiciones de temperatura baja, siendo más notorio alrededor de los 15° C (Sojka *et al.*, 2007). El pH también influye en la respuesta del polímero, observándose con poliacrilamida un incremento en la capacidad de hidratación a medida que el pH aumenta (Katime, 2003). La presencia de sales favorece el deterioro del polímero (Katime, 2003; Sojka *et al.*, 2007; López_Elías, Garza, Jiménez, Huez y Garrido, 2016).

El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento de *Asclepias subulata* Decne. en condiciones de zonas áridas, a la aplicación de riego y el uso de poliacrilato de potasio incorporado al suelo.

2. Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en el campo experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, en Hermosillo, Sonora, México. Las coordenadas del lugar son 29° 00' 47" latitud norte, 111° 08' 13" longitud oeste y altura de 151 msnmm. La temperatura media anual de la región es de 25.0° C, con una precipitación total anual de 246.4 mm, presentando clima BW(h')hw(x')(e') el cual corresponde a la categoría de muy árido, extremo y cálido (García, 1988).

Se evaluó un cultivo de *Asclepias subulata* Decne., establecido a 1 m de separación entre hileras y entre plantas, bajo condiciones de riego por goteo con goteros a 30 cm de separación y gasto de 1.0 L h⁻¹, en un suelo de textura franco arenosa, con agua para riego de pH 7.2 y conductividad eléctrica de 0.57 dSm⁻¹.

Los tratamientos evaluados fueron: 1). Humedad en el suelo, con y sin riego y 2). Acondicionamiento con geles hidrófilos de poliacrilamida (poliacrilato de potasio), en concentración de 0 y 5 g planta⁻¹.

La parcela experimental fue de 25 m de largo y 13 m de ancho (325 m²), con 6 repeticiones por tratamiento y 5 plantas por repetición para muestreo. La lámina de riego total aplicada en el año fue de 97 cm en el caso del tratamiento con riego; mientras que en el tratamiento que utilizó únicamente el agua proveniente de la lluvia (20 cm), se aplicó una lámina de 28 cm durante los primeros 3 meses considerados de adaptación del cultivo.

Los parámetros a evaluar fueron: altura de la planta, número de tallos y biomasa, cuyo muestreo se realizó al año de establecido el cultivo en campo, en abril de 2017.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar, con arreglo factorial de parcelas divididas. El factor A fue el riego y el factor B el uso de hidrogel. Se realizaron análisis de varianza y pruebas de comparaciones múltiples de Duncan con un nivel de significancia del 5%, para las comparaciones de las medias de las variables evaluadas. Para el análisis de los datos, se hizo uso del programa SAS 8.2 (SAS Inst. Inc., 2001).

3. Resultados y discusión

Con respecto a la humedad en el suelo, la respuesta de *Asclepias subulata* varió entre los tratamientos (Cuadro 1). La disponibilidad de agua en el suelo influyó significativamente en la altura de planta, con un incremento del 26% en el tratamiento con riego que promedió una altura de 140 cm. El número de tallos incrementó en un 87%, promediando 133 tallos planta⁻¹. La biomasa incrementó en un 470%, promediando 3 655 g planta⁻¹. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ezzat, El-Awady y Ahmed (2011) y López-Elías *et al.* (2014), quienes encontraron un efecto positivo en el cultivo al incrementar la disponibilidad de agua.

Cuadro 1. Altura de la planta, número de tallos por planta y tasa de mortalidad en *Asclepias subulata* Decne

Tratamiento	Altura (cm)	Número de tallos	Mortalidad (%)
Humedad del suelo			
Con Riego	140 a	133 a	0 a
Sin Riego	111 b	71 b	0 a
Hidrogel			
Con Gel	126 a	107 a	0 a
Sin Gel	125 a	97 a	0 a

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

Los resultados obtenidos con respecto al uso del hidrogel se presentan en el Cuadro 1. Como puede observarse, con el uso del hidrogel se observó un incremento en la altura de la planta, el número de tallos por planta y la biomasa, aunque sin diferencias significativas entre tratamientos. Los resultados obtenidos coinciden con aquellos de López-Elías *et al.* (2013, 2014), quienes tampoco encontraron efecto sobre el cultivo al adicionar hidrogel al suelo; no así con los resultados obtenidos por Savé, Pery, Marfá y Serrano (1995), quienes mencionan que su uso podría resultar útil en condiciones de estrés hídrico de moderado a extremo, en zonas áridas y semi-áridas con precipitación <350 mm por año y distribución errática. La interacción humedad en el suelo y uso de hidrogel no presentó diferencias significativas, coincidiendo con los resultados obtenidos por López-Elías *et al.* (2014).

4. Conclusiones

Bajo las condiciones en las que se desarrolló el trabajo, se concluye que para *Asclepias subulata* la disponibilidad de humedad en el suelo influyó positivamente en la altura de la planta, el número de tallos por planta y la biomasa, favoreciéndole la aplicación de riego al cultivo durante su desarrollo. La incorporación de hidrogel al suelo no influyó en la respuesta de *A. subulata*.

Referencias

1. Agrawal, A. A., Salminen, J-P. y Fishbein, M. (2009). Phylogenetic trends in phenolic metabolism of milkweeds (*Asclepias*): Evidence for escalation. *Evolution*, 63(3), 663-673.
2. Beckett, R. E. y Stitt, R. S. (1935). The desert milkweed (*Asclepias subulata*) as a possible source of rubber. United States Department of Agriculture. Technical Bulletin No.472. U.S.A.
3. Borders, B. y Lee-Mäder, E. (2014). Milkweeds: A conservation practitioner's guide. The Xerces Society for Invertebrate Conservation. U.S.A.
4. Bradley, L. (1998). Plants for poolside landscapes. The University of Arizona. Publication AZ1058 8/98. U.S.A.
5. Choudhary, M. I., Al-Omran, A. M. y Shalaby, A. A. (1998). Physical properties of sandy soil affected by soil conditioner under wetting and drying cycles. *Agricultural Science*, 3, 69-74.
6. Ezzat, A. El-B. S., El-Awady, A. A. y Ahmed, H. M. (2011). Improving nitrogen utilization efficiency by potato (*Solanum tuberosum* L.). *Nat. Sci.*, 9, 34-42.

7. Fernández, A. M., Juárez, V. y Cortés, L. (2008). Uso de las especies del género *Asclepias* L. (Apocynaceae, asclepiadoideae), información del herbario nacional de México, Mexu. *Polibotánica*, 25, 155-171.
8. García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Offset Larios. México.
9. Katime, I. A. (2003). Hidrogeles inteligentes. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 1, 42.
10. López-Elías, J., Rueda, E. O., Huez, M. A., Jiménez, J., Garza, S., Valenzuela, P. y Garrido, O. D. (octubre, 2014). Efecto de la poliacrilamida en la producción de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) a dos niveles de humedad. Trabajo presentado en el *XVII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas*. Mexicali, B.C.
11. López-Elías, J., Huez-López, M. A., Rueda-Puente, E. O., Jiménez-León, J., Rodríguez, J. C., Romero-Espinoza, L. K. y Dávila-Carrera, F. J. (2013). Evaluación de un polímero hidrófilo en chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.) cultivado en invernadero. *TERRA Latinoamericana*, 31(2), 115-118.
12. López-Elías, J., Garza, S., Jiménez, J., Huez, M. A. y Garrido, O. D. (2016). Uso de un polímero hidrófilo a base de poliacrilamida para mejorar la eficiencia en el uso del agua. *European Scientific Journal*, 12, 160-175.
13. SAS Institute Inc. (2001). The SAS System for Windows Release 8.2. Cary, N. C. U.S.A.
14. Savé, R., Pery, M., Marfá, O. y Serrano, L. (1995). The effect of a hydrophilic polymer on plant water status and survival of transplanted pine seedlings. *HortTechnology*, 5, 141-143.
15. Sojka, R. E., Bjorneberg, D. L., Entry, J. A., Lentz, R. D. y Orts, W. J. (2007). Polyacrylamide in agriculture and environmental land management. *Advances in Agronomy*, 92, 75-162.
16. Sojka, R. E., Entry, J. A. y Fuhrmann, J. J. (2006). The influence of high application rates of polyacrylamide on microbial metabolic potential in an agricultural soil. *Applied Soil Ecology*, 32, 243-252.

Sinalomex-2018 Nueva Variedad De Garbanzo De Alto Rendimiento Para Las Regiones Productoras De México

López Guzmán Jesús A.¹, Valenzuela-Herrera Victor¹, Ortega Murrieta Pedro F.², Velarde Félix Sixto¹, Ramírez Soto Milagros¹, Melgoza Villagómez Claudia María³, Gutierrez Pérez Erasmo³, Fierros Leyva Gustavo A.², Acosta Gallegos Jorge A.⁴, Padilla Valenzuela Isidor.⁵, Rodríguez Cota Franklin G.⁶, Saucedo Acosta Raúl H.⁶

¹Campo Experimental Valle de Culiacán, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Carretera Culiacán-Eldorado Km. 17.5 C.P.80000. Culiacán, Sinaloa, México. guzman.jesus@inifap.gob.mx

²Campo Experimental Costa de Hermosillo, (INIFAP). Pascual Encinas No. 2, Col. La Manga, Hermosillo Sonora

³Campo Experimental Todos Santos, (INIFAP). Agricultura entre México y Durango, Emiliano Zapata, La Paz, Baja California Sur

⁴Campo Experimental Bajío, (INIFAP). Carretera Celaya- San Miguel de Allende km 6.5, Celaya, Guanajuato

⁵Campo Experimental Norman E. Borlaug, (INIFAP). Calle Norman E. Borlaug km 12, Valle del Yaqui, Cd obregón Sonora

⁶Campo Experimental Valle del Fuerte, (INIFAP). Carretera Internacional México-Nogales km 1609, Juan José Ríos, Sinaloa

Resumen

La región noroeste, ha sido el área de mayor producción de garbanzo blanco para exportación, y es el lugar donde se produce el grano de mayor calidad en México. Como resultado de los trabajos de mejoramiento genético por parte del INIFAP, se describe la variedad comercial "SINALOMEX-2018" con grano de exportación. SINALOMEX-2018 se derivó de la cruza simple Cuga-424 x Tequi Blanco 98. La planta de esta variedad es semierecta, la flor es de color blanco y su vaina es de tamaño medio, su grano es de color blanco cremoso, de rugosidad pronunciada, similar al de Blanco Sinaloa-92. Esta variedad posee una resistencia a la enfermedad de fusariosis vascular causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* raza 5 y susceptibilidad a la pudrición radicular ocasionada por *Fusarium solani* f. sp. *pisi*. El promedio de las evaluaciones de rendimiento en las localidades del noroeste, fue de 2,540 kg ha⁻¹ comparado con 2,206 kg ha⁻¹ de Blanco Sinaloa-92. SINALOMEX-2018 tiene grano promedio similar a Blanco Sinaloa-92 42 granos/30 g y un promedio de porcentaje de exportación ligeramente mayor a este mismo testigo de 97 vs 95%.

Palabras Clave: *Cicer arietinum* L., variedad de garbanzo, exportación, calibre, rendimiento.

Abstract

The northwest region has been the area with the highest production of white chickpea for export and where the highest quality grain is produced in Mexico. As a result of the improvement works by the INIFAP in Mexico, the commercial variety "Combo-743" with export grain is described. SINALOMEX-2018 was derived from the simple cross; Cuga-424 X Tequi-98, which adapts to all production regions, however, the best yields have been obtained for the producing regions of the state of Sinaloa. SINALOMEX-2018 has a plant is semi-erect, the flower is white and its pod is medium in size, its grain is creamy white, with a pronounced roughness similar to Blanco Sinaloa-92. SINALOMEX-2018 has grain similar to Blanco Sinaloa-92 42 grains / 30 g and an average export percentage of 97 vs 95% compared with Blanco Sinaloa-92.

Key words: *Cicer arietinum* L., variety of chickpea, export, caliber, performance.

1. Introducción

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) tradicionalmente se cultiva en el noroeste de México, que comprende los estados de Sinaloa, Sonora y Baja California. Por tradición ha sido la región productora de garbanzo, su producción se destina principalmente a la exportación debido a que el garbanzo mexicano tiene un alto precio de venta (Ortega *et al.*, 2017). El trabajo de mejoramiento genético en los estados de Sinaloa y Sonora, ha permitido liberar más de 20 variedades comerciales de garbanzo con características de grano que demanda el mercado internacional, además de presentar tolerancia a la enfermedad conocida como “rabia del garbanzo”, causada por un complejo de hongos *Fusarium oxysporum* f. sp. *Ciceris* y *Fusarium solani* (Manjarrez, Gómez y salinas, 2010; Jiménez, Jiménez, Landa, Castillo y Navas 2011). Como resultado de los trabajos de mejoramiento genético para formar variedades de garbanzo blanco con características superiores que permitan competir en el mercado internacional, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en México, liberó la variedad comercial “Sinalomex-2018” como opción en el mosaico de variedades para la producción nacional. La producción de garbanzo de esta variedad permitirá competir con el garbanzo producido en otros países, debido a que presenta características similares al de Blanco Sinaloa-92 pero con un mejor potencial de rendimiento.

Origen. Sinalomex-2018 es una variedad de garbanzo tipo kabuli que se originó de la cruce simple Cuga-424 x Tequi Blanco 98. Cuga-424 es una línea avanzada del programa de mejoramiento del Campo Experimental Valle de Culiacán de grano claro y de rugosidad media de ciclo intermedio con alto potencial de rendimiento. Tequi Blanco 98 es una variedad originada en el Campo Experimental Costa de Hermosillo, de porte semierecto de alta ramificación, de ciclo tardío, grano grande y rugosidad marcada (Morales-Gómez 1999). Sinalomex-2018 como línea avanzada experimental se denominó Cuga09-3105 seleccionada en el 2009. A partir de la primera generación de segregación (F2) se cosechó en forma masal (M) seleccionando por tamaño de grano (grande) hasta la cuarta generación. En la generación (F5-F6) se realizó selección individual, la cual correspondió a la planta No. 5. En las generaciones F6 y F7 se

cosecho en forma masal seleccionando por uniformidad en las características de la planta y calibre de grano. Su genealogía completa es IIGa.05.1-M-M-M-5LM-M-M. Sinalomex-2018 se evaluó en parcelas de validación en el noroeste de México, durante los ciclos agrícolas otoño-invierno de 2011-2012, a 2015-2016. Sinalomex-2018 ha mostrado mayor adaptación al Valle de Culiacán, Sinaloa, por lo cual se propuso como nueva variedad de manera especial para esta área, aunque puede adaptarse a las diferentes regiones de producción de garbanzo.



Figura 1. Forma, color de hoja y flor de garbanzo de Sinalomex-2018



Figura 2. Forma y color de vaina de Sinalomex-2018



Figura 3. Grano de Sinalomex-2018



Figura 4. Etapa vegetativa de la variedad Sinalomex-2018 con su máxima ramificación

Descripción varietal. Se registraron los descriptores fenotípicos más importantes que identifican a la variedad “Sinalomex-2018” de acuerdo a los lineamientos de la Unión Internacional para la Protección de Organismos Vegetales (UPOV, 2005). La planta de Sinalomex-2018 posee tallos de hábito semierecto, ligeramente más caído que el de la variedad Blanco Sinaloa-92. El follaje es verde oscuro y la hoja es de tipo compuesta con folíolos

grandes, ovalados, de color verde semiopaco la flor es de color blanco y su vaina es de tamaño grande, midiendo en promedio 28 x 15 mm (Figuras 1 y 2).

Calibre y rendimiento de grano. El tamaño promedio del grano de Sinalomex-2018 es de 74-78 gramos/100 semillas, equivalente a un calibre de 43 semillas/30 gramos de peso. Su grano es de color blanco cremoso, de rugosidad pronunciada, similar a la de Blanco Sinaloa-92 (Figura 3). El hábito de crecimiento de la planta es determinado, como todas las variedades locales de garbanzo. Produce ramas de 64 cm de largo, con un promedio de dos ramas primarias y ocho ramas secundarias (Figura 4). Sinalomex-2018 produce las primeras flores entre los 40 y 45 días después de la siembra (dds), termina de florecer a los 90 dds en promedio y la madurez a corte fluctúa entre 100 a 110 dds, mientras que la madurez a cosecha es entre los 130 a 135 días.

El promedio de las evaluaciones en ensayos regionales de rendimiento y validaciones para la zona del noroeste fue de 2,540 kg ha⁻¹ de Sinalomex-2018 comparado con 2,206 kg ha⁻¹ de Blanco Sinaloa-92 en los ciclos de evaluación, Sinalomex-2018 tiene grano más grande y en consecuencia un mayor porcentaje de grano para exportación 97%, con un calibre promedio de 42 μ s. 95-96% de Blanco sinaloa-92 con calibre promedio de 42 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento de origen (de campo), Calibre de grano y Porcentaje de exportación (usando criba de 9mm de diámetro) de las variedades Sinalomex-2018 y Blanco Sinaloa 92 en parcelas de validación con agricultores del sistema producto garbanzo en Sinaloa. Ciclos O-I 2011-2012, a 2015-2016.

Variedad	Rendimiento de grano	Calibre de grano	Porcentaje de exportación
SINALOMEX-2018	2,540	42	97
Blanco Sinaloa 92	2,206	42	95

4. Conclusiones

Esta variedad presenta un rendimiento superior a los 300 kg ha⁻¹ en comparación con la variedad mayor mente sembrada Blanco Sinaloa-92, por lo que se espera que tenga buena aceptación entre los productores. Se encuentra en proceso de asignación del registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).

Referencias

1. Jiménez-Díaz, R. M., Jiménez-Gasco, M. M., Landa, B. B., Castillo, P. and Navas-Cortes, J. A. 2011. Fusarium wilt of Chickpea. In: compendium of Chickpea and lentil diseases. Chen, W. Sharma, H. C., and Muehlbauer, F. J. eds. APS Press. St. Paul, MN. 160 p.
2. Manjarrez, S. P., Gómez. G. L. y Salinas, P. R. A. 2010. Formación de variedades de garbanzo para exportación. En; avances de investigación 2009 del CEVACU. Publicación especial No. 12. INIFAP. 87 P.
3. Morales-Gómez, J.A. 1999. Tequi Blanco 98 y Desierto 98. Nuevas variedades de garbanzo para sonora. SAGAR-INIFAP produce. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Costa de Hermosillo, Folleto Técnico No. 20. 18 p.

4. Ortega-Murrieta, P., Fierros-Leyva, G., Padilla-Valenzuela, I., Valenzuela-Herrera, V., Acosta-Gallegos, J., Gutierrez-Pérez E., Velarde-Félix S., y Rodríguez-Cota F. (2017). Blanoro, nueva variedad de garbanzo blanco de grano extra grande para exportación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1), 209-216.
5. UPOV, 2005. Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Homogeneity and Stability of *Cicer arietinum* L. <http://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg143.pdf>

Descripción Agronómica De Vcs-Brillante: Nueva Variedad De Sorgo Para El Estado De Sinaloa

López-Guzmán Jesús A.¹, Moreno-Hernández Jesús M.¹, Moreno-Gallegos Tomás¹, Melgoza-Villagómez Claudia M.², Hernández-Espinal Luis A.³, Loaiza-Meza Alfredo¹, Pecina-Quintero Victor⁴, Montes-García Noé⁵

¹Campo Experimental Valle de Culiacán-INIFAP. Carretera Culiacán-El Dorado, km 17.5. Municipio. C. P. 80000, Culiacán. Sinaloa, México. guzman.jesus@inifap.gob.mx

²Sitio Experimental Valle de Santo Domingo-INIFAP. Carretera Transpeninsular Km. 208. Cd. Constitución, B. C. S., México

³Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. San Ángel. 3886. Mercado de Abastos, Fraccionamiento San Benito, Culiacán, Sinaloa, México. C. P. 80260.

⁴Campo Experimental Bajío, INIFAP. Km. 6.5 Carretera Celaya-San Miguel Allende. Apdo. Postal 112. 38110, Celaya, Guanajuato, México

⁵Campo Experimental Río Bravo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km. 61 Carretera Matamoros-Reynosa, Apdo. Postal 172. 88900, Río Bravo, Tamaulipas, México

Resumen

Sinaloa ocupa el segundo lugar nacional en superficie sembrada de sorgo con 227 mil 753 hectáreas, después de Tamaulipas. En cuanto a producción, ocupa el tercer lugar con 484 mil 650 toneladas de grano y 341 mil 605 toneladas de forraje verde de sorgo al año. El germoplasma que dio origen a la variedad VCS-Brillante fue introducido durante 1986 al Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU), en Sinaloa, México, procedente del ICRISAT. Sus líneas progenitoras fueron una hembra androestéril y un restaurador masculino de la fertilidad, de genealogía ignota; a la crusa se le asignó la denominación D (Dulce). La selección del material segregante de la crusa, se inició a partir de la generación F₂, mediante el método de surco por panoja o pedigrí durante siete generaciones F₇. En el proceso de selección se aplicaron criterios como sanidad de planta y el rendimiento. De esta manera se obtuvo la línea uniforme avanzada que dio origen a " VCS-Brillante", cuyo pedigrí es: D-1-M-2-2-1-2-M-M. En ensayos de rendimiento durante el ciclo primavera-verano bajo temporal, VCS-Brillante presentó un rendimiento promedio de 2 960 kg ha⁻¹ de grano, con lo cual supera en 5.40% al rendimiento promedio de tres testigos comerciales. En la evaluación de producción de forraje VCS-Brillante rindió en promedio 36 515 kg ha⁻¹ de forraje verde, para superar en 44.68% al promedio del testigo comercial. Por las características agronómicas que presenta VCS-Brillante se liberó como nueva variedad para el estado de Sinaloa.

Palabras Clave: *Sorghum bicolor*, forraje, grano, resistencia a enfermedades.

Abstract

Sinaloa occupies the second national place in sorghum planted surface with 227 thousand 753 hectares, after Tamaulipas. Regarding production, it occupies the third place with 484 thousand 650 tons of grain and 341 thousand 605 tons of green sorghum forage per year. The germplasm that gave rise to the VCS-Brillante variety was introduced during 1986 to the Valle de Culiacan Experimental Field (CEVACU), in Sinaloa, Mexico, from ICRISAT. His progenitor lines were an androsterile female and a male restorer of fertility, of unknown genealogy; the crossing was given the name D (Dulce). The selection of material segregating crosses, started from the F2 generation, by the method of groove per panicle or seven generations pedigree F7. In the selection criteria as health and performance plant they were applied. In this way the advanced uniform line was obtained, which gave rise to "VCS-Brillante", whose pedigree is: D-1-M-2-2-1-2-M-M. In yield trials conducted over a period of five years (1999 to 2004) during the spring-summer cycle under temporary, VCS-Brillante presented an average yield of 2 960 kg ha⁻¹ of grain, thus exceeding by 5.40% the average yield of three commercial witnesses. In the evaluation of forage production during spring-summer 2005 to 2009, established under temporary cycles. VCS-Brillante showed an average yield of 36 515 kg ha⁻¹ of green fodder, to overcome the commercial control average by 44.68%. For agronomic characteristics presented VCS-Bright was released as a new variety for Sinaloa state.

Key words: *Sorghum bicolor*, grain, forage, disease resistance.

1. Introducción

En México, la superficie sembrada de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) en 2016 fue de 1 669 239 ha, con una producción de 4 millones 629 mil toneladas de grano y 2 millones 285 mil toneladas de forraje verde. Sinaloa ocupa el segundo lugar nacional en superficie sembrada de sorgo con 227 mil 753 hectáreas, después de Tamaulipas. En cuanto a producción, Sinaloa ocupa el tercer lugar con 484 mil 650 toneladas de grano y 341 mil 605 toneladas de forraje verde de sorgo al año (SIAP, 2018).

Entre los principales problemas que enfrenta el cultivo del sorgo en Sinaloa, son la sequía, causada por la distribución errática de lluvias (de 450 a 600 mm, durante el periodo de julio a noviembre), así como el escaso uso de prácticas de conservación y aprovechamiento de la humedad (Hernández, Moreno, Loaiza y Reyes, 2010). Sin embargo, en el centro y sur de Sinaloa, se siembran predominantemente híbridos comerciales bajo condiciones de temporal susceptibles a enfermedades y al acame de las plantas, imposibilitando la cosecha mecánica y la pérdida en el rendimiento de grano.

2. Materiales y métodos

El germoplasma que dio origen a la variedad VCS-Brillante fue introducido durante 1986 al Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU), en Sinaloa, México, procedente del ICRISAT. Sus líneas progenitoras fueron una hembra androestéril y un restaurador masculino de la fertilidad, de genealogía ignota; a la craza se le asignó la denominación D (Dulce).

La selección del material segregante de la cruza, se inició a partir de la generación F2, mediante el método de surco por panoja o pedigrí durante siete generaciones F7. En el proceso de selección se aplicaron criterios como sanidad de planta y el rendimiento. De esta manera se obtuvo la línea uniforme avanzada que dio origen a " VCS-Brillante", cuyo pedigrí es: D-1-M-2-2-1-2-M-M.

Esta variedad se evaluó en ensayos de rendimiento bajo condiciones de temporal o seco y riego, en varias localidades del estado de Sinaloa, México, y se encuentra inscrito en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del SINCS con el número SOG-283-231117 y título de obtentor número 1891.

3. Resultados y discusión

En evaluaciones realizadas bajo condiciones de temporal en la zona sur y centro de Sinaloa, VCS-Brillante mostró un comportamiento similar a los testigos comerciales. En ensayos de rendimiento realizados durante el ciclo primavera-verano bajo temporal, VCS-Brillante presentó un rendimiento promedio de 2 960 kg ha⁻¹ de grano, con lo cual supera en 5.40% al rendimiento promedio de tres testigos comerciales (Montes, Williams, Moreno, Cisneros y Pecina, 2012).

En la evaluación de producción de forraje durante los ciclos primavera-verano, establecidos bajo temporal. VCS-Brillante rindió en promedio 36 515 kg ha⁻¹ de forraje verde, superando en 44.68% al promedio del testigo comercial.

La calidad bromatológica del forraje bajo riego, durante los ciclos otoño - invierno, fue de 78.09% de digestibilidad y 6.73% de proteína, superando en digestibilidad y en contenido de proteína al testigo comercial con 21.89 y 0.93% respectivamente. El nivel de rendimiento y la calidad bromatológica de forraje ubica a la variedad VCS-Brillante como un material de doble propósito, cuyo potencial puede ser destinado a ensilaje.

La variedad VCS-Brillante es de ciclo vegetativo intermedio 60 a 65 días a floración y de 105 a 110 días a la cosecha, tiene una altura de planta promedio de 2.60 m, sus hojas son de color verde claro, de textura media, sin antocianinas; su tallo tiene ocho entrenudos a madurez y el jugo de éste tiene una concentración de sólidos solubles de 18 a 19 °Brix, cuando las plantas tienen el grano lechoso masoso, espigas medianas (24 cm), abierta, con buena excersión (18 cm), el grano es de color crema o ámbar, de forma circular y semiaplanada, con testa y endospermo cristalinos, y de textura media.

4. Conclusiones

Por las características agronómicas que presenta VCS-Brillante se liberó como nueva variedad para el estado de Sinaloa. La semilla básica está a disposición de los productores en el Campo Experimental Valle de Culiacán, en Culiacán, Sinaloa.



Figura 1. Planta de la variedad de sorgo “VCS-Brillante” reproducida en Culiacán, Sinaloa



Figura 2. Panoja representativa de la variedad “VCS-Brillante” reproducidas en Culiacán Sinaloa

Referencias

1. Hernández E., L. A.; Moreno, G. T.; Loaiza, M. A. y Reyes, J. J. E. 2010. Gavatero-203, nueva variedad de sorgo forrajero para el estado de Sinaloa. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1:727-731. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000500013
2. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Anuario estadístico de la producción agrícola 2016 en México. El cultivo de sorgo. SAGARPA. URL: <http://www.siap.gob.mx>.
3. Montes-García N.; Williams-Alanís, H.; Moreno-Gallegos, T.; Cisneros- López, M. E. y Pecina-Quintero V. 2012. Rb-paloma variedad de sorgo blanco para producción de grano y forraje. *Rev. Fitotec. Mex.* 35:185-187. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802012000200011

Análisis De Las Asociaciones Entre Las Características Germinativas De Semillas De Agave Tobolá

Luna Sánchez Daniel¹, Gutiérrez Hernández Germán Fernando¹, Ortiz Hernández Yolanda Donají², García Mendoza Martín Filiberto¹

¹UPIBI, Instituto Politécnico Nacional. La Laguna Ticomán. 07340 Ciudad de México, México

²CIIDIR Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz Xoxocotlán. C. P. 71230 Oaxaca, México
enredipn@yahoo.com.mx

Resumen

El agave mezcalero, denominado mariposa o tobolá por la forma de la planta, tiene diversa utilidad y el mezcal es su producto económicamente más importante. Este agave, a diferencia de otros, se reproduce primordialmente por semillas y al interrumpirse la formación de éstas por la remoción de las inflorescencias para la destilación del mezcal, se produce paulatinamente la erosión genética de la especie. El objetivo del presente estudio fue describir el desempeño fisiológico de las semillas de agave, en términos de viabilidad y emergencia, así como analizar la asociación entre esas variables. Para ello, se colectaron semillas en tres localidades en Oaxaca, México en los años 2014, 2015 y 2016. Las variables de estudio se evaluaron mediante un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones de 100 semillas. Se obtuvo que los caracteres fisiológicos tuvieron una alta asociación entre sí, a mayor potencial metabólico (VIA) correspondió mejor brotación de plántulas (ET), las cuales fueron más largas (LRAD, LPLU y LT) y con cantidades altas de biomasa (PSRAD, PSPLU y PST). La colecta MIAH14 mostró siempre los valores más bajos y su carencia de potencial metabólico (NVIA) fue el más elevado ($P \leq 0.05$); esto es, denotó la menor capacidad para germinar y emerger. En contraparte, destacaron las colectas COIX15, ZAA15 y ZAA16, por su desempeño alto y consistente, dado que alcanzaron los mejores valores ($P \leq 0.05$) en VIAB, ET, LRAD, LPLU y LT.

Palabras Clave: Agave potatorum, germinación, tetrazolio.

Abstract

The agave destined to mezcal distillation, called butterfly or tobolá by the form of the plant, has diverse utility and the mezcal is its economically more important product. This agave, unlike others, is reproduced primordially by seeds and when the formation of them is interrupted by the removal of the inflorescences for the distillation of the mezcal, the genetic erosion of the species is gradually produced. The objective of this study was to describe the physiological performance of agave seeds, in terms of viability and emergence, as well as to analyze the association among all these variables. For this, agave seeds were collected in three localities of Oaxaca, Mexico in the years 2014, 2015, and 2016. The study variables were evaluated by a completely randomized design with four repetitions of 100 seeds. It was obtained that the physiological characters had a strong association among them: the higher metabolic potential (VIA) corresponded with a better germination of seedlings (ET), which were longer (LRAD,

LPLU, and LT) and with high amounts of biomass (PSRAD, PSPLU, and PST). The MIAH14 collection always showed the lowest values and its lack of metabolic potential (NVIA) was the highest ($P \leq 0.05$); that is, it was denoted their lower capacity to germinate and emerge. On the other hand, the collections COIX15, ZAA15 and ZAA16 stood out for their high and consistent performance, given that they reached the best values ($P \leq 0.05$) in VIAB, ET, LRAD, LPLU and LT.

Key words: *Agave potatorum*, seed germination, tetrazolium.

1. Introducción

En diversas regiones de Oaxaca las poblaciones silvestres de *Agave potatorum* son cada vez más reducidas (Rangel-Landa, Casas y Dávila, 2015), porque su propagación asexual (por hijuelos, rizomas o bulbillos) es casi nula y no hay un manejo sustentable de este recurso. En consecuencia, las semillas son el medio fundamental para su propagación (García-Mendoza, 2010). La formación de semillas es una característica ventajosa para la variabilidad genética y evolución de la especie (Cruz, del Castillo, Robert y Ondarza, 1985); no obstante, esta vía se interrumpe al procesar las plantas para destilar el mezcal y, en consecuencia, se ponen en riesgo la variabilidad genética y la sobrevivencia del agave (Enríquez del Valle, 2008).

La destilación del mezcal es una industria que emplea cuantiosa mano de obra y genera atractiva plusvalía; no obstante, la excesiva recolección de estas plantas paulatinamente provoca la extinción del recurso. Por lo tanto, el análisis del proceso germinativo de las semillas de agave podría ser útil para generar estrategias de producción que coadyuven a la sustentabilidad del proceso de obtención del mezcal Tobalá. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue describir el desempeño fisiológico de las semillas del agave, en términos de viabilidad y emergencia, así como analizar la asociación entre esas variables.

2. Materiales y métodos

Se colectaron semillas maduras de agaves silvestres en tres localidades de Oaxaca, México: Miahuatlán en 2014 (MIAH14), Coixtlahuaca en 2015 (COIX15) y Zaachila en 2015 y 2016 (ZAA15 y ZAA16, respectivamente).

Para el análisis de viabilidad se empleó la prueba del cloruro de 2, 3 - 5 trifenil tetrazolio (Fragoso, Gutiérrez y Virgen, 2006). Las semillas se hidrataron 24 h, se cortaron longitudinalmente y las mitades de cada una de ellas se depositaron en cajas Petri con 10 mL de solución de tetrazolio (1%, p/v) y se incubaron a 25 °C (Meditech MTAC26) durante 12 h en oscuridad) y se evaluó la topografía y la intensidad del color desarrollado, ubicándolo en uno de los 16 casos del patrón de tinción para semillas monocotiledóneas de Delouche, Wayne, Raspet, and Lienhard (1971); finalmente, se calculó la proporción (%) de semillas viables (VIA) y no viables (NVIA).

Emergencia: las semillas fueron sembradas en un almaciguero a 2 cm de profundidad y se incubaron durante 15 días en cámara de germinación (Meditech MTAC26) a 25 ± 2 °C con luz

continua. La emergencia de plántulas inició cuatro días después de la siembra, a partir de entonces se contabilizó esta variable cada 24 h y se estimó el índice de velocidad de emergencia (IVE).

Se extrajeron las plántulas y se midieron (mm) (vernier digital Mitutoyo CD-6" CSX) la longitud de radícula (LRAD), de plúmula (LPLU) y la total (LT); por último, estas mismas estructuras se secaron en horno (RIOSSA H-102) a 65 °C durante 72 h y se determinó (mg) su respectivo peso seco (PSRAD, PSPLU y PST). Para el análisis estadístico se empleó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones de 100 semillas, se hicieron el análisis de varianza, la comparación de medias (Tukey, $P \leq 0.05$) y el análisis de correlación de Pearson ($P \leq 0.01$ y 0.05). El procesamiento estadístico se utilizó el programa SAS (SAS Institute, 2002).

3. Resultados y discusión

En el análisis de varianza se detectaron diferencias altamente significativas ($P \geq 0.01$) en semillas viables (VIA), no viables (NVIA), índice de velocidad de emergencia (IVE), emergencia total (ET), longitud de radícula (LRAD), longitud de plúmula (LPLU), longitud total (LT), peso seco de radícula (PSRAD), peso seco de plúmula (PSPLU) y peso seco total (PST) (Cuadro 1), i.e., la fisiología germinativa varió según el lugar y año de colecta de las semillas.

Cuadro 1. Cuadros medios y significancia de las variables bajo estudio

Variable	Cuadros medios	Significancia	Coefficiente de variación (%)
VIA	1227.39	**	30.47
NVIA	1244.5	**	14.46
IVE	10.3	**	9.2
ET	6648.0	**	9.2
LRAD	132.9	**	21.4
LPLU	211.0	**	17.6
LT	677.6	**	19.2
PSRAD	0.0002	**	50.0
PSPLU	0.0059	**	17.9
PST	0.0083	**	20.9

** = Altamente significativo ($P \leq 0.01$), CV = Coeficiente de variación.

La colecta MIAH14 denotó la menor capacidad para germinar y emerger y su NVIA fue la más elevada ($P \leq 0.05$). En contraparte, destacaron las colectas COIX15, ZAA15 y ZAA16, por su desempeño alto y consistente, dado que alcanzaron los mejores valores ($P \leq 0.05$) en VIAB, ET, LRAD, LPLU y LT, y en las demás variables (IVE, PSRAD, PSPLU y PST) alternaron su ubicación en los primeros dos niveles significativos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias de las variables bajo estudio

Colecta	VIA	NVIA	IVE	ET	LRAD	LPLU	LT	PSRAD	PSPLU	PST
MIA14	7 b	93 a	0.1 c	4 b	0.9 b	1.0 b	1.9 b	0.00 c	0.00 c	0.00 c
COIX15	47 a	53 b	3.3 ab	82 a	11.4 a	14.7 a	26.2 a	0.01 ab	0.05 b	0.08 b
ZAA15	37 a	63 b	3.6 a	89 a	10.2 a	13.8 a	23.9 a	0.01 bc	0.07 b	0.06 b
ZAA16	39 a	61 b	3.1 b	85 a	14.1 a	17.2 a	31.4 a	0.02 a	0.09 a	0.11 a
Tukey	20.7	20.6	0.49	12.5	4.1	4.3	8.4	0.01	0.02	0.03

Medias con la misma letra, en cada columna, son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

Las colectas COIX15 e ZAA15 fueron mejores ($P \leq 0.05$) que ZAA16 en la eficiencia de las plántulas para brotar (IVE), y ésta respondió mejor ($P \leq 0.05$) que las otras en las mediciones involucradas en la formación y acumulación de peso seco (PSRAD, PSPLU Y PST).

Las respuestas exiguas de MIAH14 podrían haber sido causadas por manejo inadecuado o por su composición química que les confiriera escasa longevidad.

Se advirtió una secuencia lógica en los caracteres fisiológicos medidos (Cuadro 3), a mayor potencial metabólico (VIA) correspondió mejor brotación de plántulas (ET), las cuales tuvieron plántulas más largas (LRAD, LPLU y LT) y con cantidades altas de biomasa (PSRAD, PSPLU y PST).

Cuadro 3. Coeficientes de correlación lineal entre las variables bajo estudio

Colecta	VIA	NVIA	IVE	ET	LRAD	LPLU	LT	PSRAD	PSPLU	PST
VIA	1	0.5 ns	0.8 **	0.8 **	0.8 **	0.8 **	0.8 **	0.7 **	0.8 **	0.8 **
NVIA		1	-0.8 **	-0.8 **	-0.8 **	-0.8 **	-0.8 **	-0.7 **	-0.8 **	-0.8 **
IVE			1	0.99 **	0.9 **	0.9 **	0.9 **	0.7 **	0.8 **	0.8 **
ET				1	0.9 **	0.9 **	0.9 **	0.7 **	0.9 **	0.8 **
LRAD					1	0.99 **	0.99 **	0.9 **	0.95 **	0.9 **
LPLU						1	0.99 **	0.9 **	0.9 **	0.9 **
LT							1	0.9 **	0.95 **	0.9 **
PSRAD								1	0.9 **	0.9 **
PSPLU									1	0.99 **
PST										1

** = Altamente significativo ($P \leq 0.01$) y ns = No significativo.

4. Conclusiones

Las colectas COIX15, ZAA15 y ZAA16, alcanzaron los mejores valores ($P \leq 0.05$) en VIAB, ET, LRAD, LPLU y LT, y en las demás variables (IVE, PSRAD, PSPLU y PST) alternativamente también fueron superiores. A mayor potencial metabólico (VIA) correspondió mejor brotación de plántulas (ET), las cuales tuvieron plántulas más largas (LRAD, LPLU y LT) y con cantidades altas de biomasa (PSRAD, PSPLU y PST). La colecta MIAH14 denotó la menor capacidad para germinar y emerger.

Referencias

1. Cruz C., del Castillo L., Robert M., Ondarza R.N. (1985). *Biología y Aprovechamiento Integral del Henequén y otros Agaves*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C.
2. Delouche, J. C., T. Wayne S., M. Raspet, M. Lienhard. (1971). *Prueba de viabilidad de semillas con tetrazol*. CRAT, AID. Buenos Aires, Argentina. 256 p.
3. Enríquez del Valle, J. R. (2008). *La propagación y crecimiento de agaves*. Fundación Produce Oaxaca, A.C. e Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Oaxaca, México. 48 pp.
4. Fragoso P., E. M., G. F. Gutiérrez H. y J. Virgen V. (2006). Repercusiones físicas y fisiológicas del envejecimiento natural de semillas de cruas simples de maíz y sus líneas progenitoras. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29 (Núm. Esp. 2): 75 – 80.
5. García-Mendoza, A. J. (2010). Revisión taxonómica del complejo *Agave potatorum* Zucc. (Agavaceae): nuevos taxa y neotipificación. *Acta Botánica Mexicana* (91): 71-93.
6. Rangel-Landa, S., A. Casas y P. Dávila. (2015). Facilitation of *Agave potatorum* Zucc.: An ecological approach for assisted population recovery. *Forest Ecology and Management* 347: 57-74. Statistical Analysis System (SAS). (2002). SAS Institute. Inc. Cary N. C., USA. Ver. 9.

Germinación Y Establecimiento Del Chile Chiltepín (*Capsicum Annuum L. Var. Glabriusculum*) Bajo Mezquites

Mc Caughey-Espinoza Diana Miriam¹, Ayala-Astorga Gloria Irma¹, Ochoa-Meza Andres², Romo-Rubio Javier Alonso³, Reyes-Olivas Álvaro⁴ Y Lugo-García Gabriel Antonio⁴

¹Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora Blvd. Luis Encinas y Rosales s/n. C.P. 83000, Hermosillo, Sonora

²Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora.

andres.ochoa@unison.mx

³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa; Boulevard San Ángel s/n, Colonia San Benito, Culiacán, Sinaloa, México, CP 80246

⁴Colegio de Ciencias Agropecuarias, Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte, Universidad Autónoma de Sinaloa. Calle 16 Av. Japaraqui S/N. 81110, Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa

Resumen

El Chile chiltepín (*Capsicum annuum* var. *Glabriusculum*) es de gran importancia en la cultura Sonorense ya que es un ingrediente sustancial en los platillos tradicionales. A nivel silvestre existe una merma en las poblaciones silvestres aunado a ello, también en la producción del chile chiltepín, lo cual con lleva al mal manejo de la silvicultura, que repercute en la disminución de las sus áreas naturales silvestres aunado a bajas precipitaciones, altas temperaturas. cambio de uso de suelo, sobre pastoreo, consumo de la fauna silvestre y animales domésticos como también la presencia del hombre en la época de cosecha la cual no se realiza conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Para la conservación y manejo de esta especie en este trabajo se planteó la germinación y establecimiento del chile chiltepín bajo un rodal de mezquite con riego por goteo. En lo que respecta a la germinación, la dosis que presento un mejor resultado fue la de 500 ppm de ácido giberélico (GA₃) obteniendo un 96%, seguida de esta, la concentración de 700 ppm con un 82%, la de 300 ppm presento un 71% y por último la de 0 ppm fue de 20.6%. El porcentaje de sobrevivencia al trasplante de las plántulas fue del 98%. Es importante señalar que esta especie puede ser utilizada para futuras reforestaciones en áreas productoras de chiltepín y que han presentado serios problemas en la disminución de áreas claves para su producción, también su establecimiento puede realizarse en invernaderos o casas sombras.

Palabras Clave: Chiltepín, Germinación y Sobrevivencia.

Abstract

Chile chiltepín (*Capsicum annuum* var. *Glabriusculum*) is of great importance in the Sonoran culture since it is a substantial ingredient in traditional dishes. At the wild there is a decline in wild populations coupled with this, also in the production of chiltepín chili, which leads to poor

management of forestry, which has an impact on the reduction of wild natural areas combined with low rainfall, high temperatures. Change of land use, over grazing, consumption of wildlife and domestic animals as well as the presence of man in the harvest season which is not done according to the Official Mexican Standard NOM-059-SEMARNAT-2010. For the conservation and management of this species in this work, the germination and establishment of chiltepin chile under a mesquite stand with drip irrigation was considered. Regarding germination, the dose that presented a better result was 500 ppm of gibberellic acid (GA3) obtaining 96%, followed by this, the concentration of 700 ppm with 82%, the 300 ppm present 71% and finally the 0 ppm was 20.6%. The percentage of survival to the transplant of the seedlings was of 98%. It is important to point out that this species can be used for future reforestation in areas producing chiltepin and that they have presented serious problems in the reduction of key areas for their production, also their establishment can be carried out in greenhouses or shady houses.

Key words: *Chiltepin*, Germination and Survival.

1. Introducción

Dentro de la flora nativa del estado de Sonora se encuentran plantas maderables y no maderables de gran valor cultural, económico y social, que a su vez juegan un papel muy importante dentro de la economía de algunos grupos de personas que viven de la recolección de frutos tallos y hojas de las plantas no maderables como es el caso del chile chiltepin (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*). Actualmente existen plantaciones bajo invernadero, destinadas a la producción de chiltepin, el valor económico que genera la venta del fruto, oscila de 200 a 350 pesos el litro de fruto seco. El chile chiltepin en la cultura de los sonorenses es muy importante, ya que se utiliza como ingrediente en los platillos tradicionales proporcionándoles el sabor característico de acuerdo a sus diferentes presentaciones, que pueden ser curtidos, verde o seco y sobre todo su grado de picor que este posee. Hoy en día, sus poblaciones silvestres se han visto afectadas disminuyendo considerablemente, por las bajas precipitaciones, heladas, altas temperaturas, plagas, enfermedades, el consumo de animales silvestres y domésticos, pero sobre todo el mal manejo que se tiene en dichas áreas, ya que las personas que se dedican a la colecta de este fruto no respetan la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, (NOM, 2010). Es por ello que se planteó establecer un cultivo de chiltepin, utilizando la sombra de los árboles que permitan, tener las condiciones que generalmente requieren, estas plantas que se encuentran debajo de los árboles protegiéndose de los rayos directos del sol, de animales silvestres y domésticos, así como también absorban el nitrógeno que las plantas leguminosas fijan en el suelo y la humedad que estos les proporcionan con la capa de materia orgánica presente, la cual retiene por más tiempo el agua de las lluvias.

2. Materiales y métodos

Ubicación del área de estudio: El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el mes de febrero del 2013, en un área localizada en el Km. 23 de la carretera a Sahuaripa, dicho sitio se localiza en las siguientes coordenadas 29°05'42.79'' latitud norte y 110°71'94.03

longitud oeste, con una altitud media de 290 msnm, con una precipitación media anual de 330 mm y temperatura promedio de 24° C, con un tipo de vegetación denominado matorral arbosufrutescente.

Área seleccionada: Para la realización de este trabajo, se seleccionó una superficie de 253 m². El tipo de suelo es arcilloso (Figura 1).

Especies en estudio: El chiltepín (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*). Es una especie endémica del estado de Sonora. Las plantas en estudio fueron producidas a partir de semillas bajo sombra.

Colecta de semillas: La colecta fue en forma manual en el 2012, en el rancho Los Ojos, que se encuentra en las siguientes coordenadas 29°32'17" latitud norte y 110°07'07" longitud oeste y una altitud de 473 msnm.

Tratamiento pregerminativo: Se evaluaron cuatro tratamientos: 0, 300, 500 y 700 ppm de ácido giberélico (GA₃) al 20%, durante 24 horas, las semillas se dejaron sumergidas en cada tratamiento, se dejaron secar y se almacenaron para su posterior uso.

Siembra: Se utilizaron contenedores con una capacidad cada uno de 49 conos y como sustrato se utilizó peat moss, se colocaron dos semillas por cono.

Preparación de terreno: Se realizaron labores de limpieza en el área, se instaló un sistema de riego por goteo compensado de 4 lph.

Trasplante y distribución: La altura que presentaban las plantas al trasplante fue de 15 a 16 cm aproximadamente, se trasplantaron 105 plántulas, con una edad de 2 meses. La distancia entre planta y planta fue de 60 cm y entre línea, 3 metros. Las plantas, se retiraron del cono y se colocaron en el pozo al cual posteriormente se le colocó más arcilla revuelta con hojarasca y, por último, se les añadió agua, Figura 2.



Figura 1. Área de estudio



Figura 2. Distribución y trasplante

Riegos: al trasplante se les aplicaron tres riegos pesados los primeros tres días y posteriormente a la semana fueron tres riegos con una duración de 2 horas.

Variables a evaluar: Se tomó la decisión de evaluar: el porcentaje de germinación, de acuerdo a (ISTA, 1996). La sobrevivencia se evaluó, al mes después de su trasplante.

Diseño experimental: La variable a evaluar fue el porcentaje de germinación, utilizando 3 concentraciones de GA₃ (300, 500 y 700 ppm), durante 24 horas en remojo y un control (dosis cero).

Análisis estadístico: Se efectuó un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de $p < 0.05$, para analizar el efecto del GA₃. También se empleó la prueba de media de Tukey-Kramer con un alfa de 0.05% estos análisis se llevaron a cabo con el uso del paquete estadístico JMP 5.0.1 (JMP, 2002).

3. Resultados y discusión

Porcentaje de germinación. Al analizar los datos se mostró que existe diferencias significativas entre las concentraciones utilizadas de AG₃, siendo la de 500 ppm quien presentó un 96% de germinación, seguido del cual se encuentra la concentración de 700 ppm con un 82% y por último la de 300 ppm mostrando un 71% de germinación. Lo que demuestra que, al utilizar la 500 ppm, garantiza obtener un buen número de plántulas, sobre todo para realizar plantaciones más grandes a nivel comercial, dicha germinación inició a los 9 días de la siembra. A los 15 días de la siembra se dejó de evaluar el porcentaje de germinación, para este tiempo el 96% de las semillas ya habían germinado, los riegos fueron 2 veces al día para mantener una humedad adecuada. Mientras que en el caso del (control) presentó un porcentaje de germinación del 20.6% de germinación, ver Figura 3. Lizarde-Araiza, N., Lizarde-Araiza, E. y Martínez-Martínez, J. (2015), evaluaron la germinación de chiltepín (*Capsicum annuum* L. var *glabriusculum*) en invernadero y obtuvieron el 97% de germinación a los 30 días, utilizando 400 ppm de GA₃. Por otra parte, Prado *et al.*, 2015, evaluaron la germinación de semillas silvestres utilizando tratamientos pregerminativos con el uso del GA₃ en combinación con hidrotermia obtuvieron arriba del 92% de germinación independientemente del fotoperiodo.

García-Federico, A., Montes-Hernández S., Rangel-Lucio, J. A. García-Moya, E. y Mendoza-Elos, M. (2010), utilizaron Cyto-Gibb como precursor en la germinación del chile *Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*, tuvieron un 82% de germinación. Cabe mencionar que diferentes estudios en otras especies de chiles silvestres han mostrado que la aplicación de GA₃ promueve la germinación al actuar sobre el balance hormonal que desencadena el proceso de germinación (García *et al.*, 2010).

Sobrevivencia. Se mostró un 98% de sobrevivencia al mes después del trasplante, lo cual se considera un excelente porcentaje, ya que este tipo de especie es muy delicada. El resto del porcentaje que no se adaptó al trasplante, se puede atribuir a que posiblemente no se les sacó el

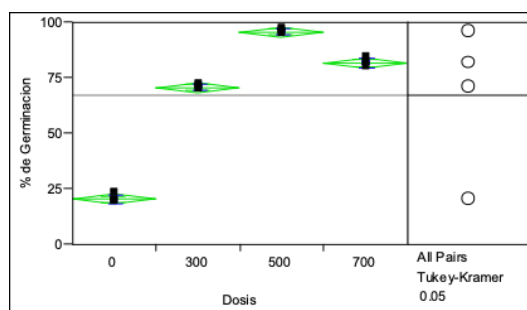


Figura 3. Porciento de germinación

aire al momento del trasplante, lo que ocasionó que se fueran marchitando. Estos resultados son similares a los obtenidos por Izquierdo-Oviedo, H., Alcaraz Meléndez, L. y Rodríguez-Álvarez, M. (2017), evaluaron la sobrevivencia al trasplante de vitroplantas de *Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum* y utilizaron *Pectimorf* (10 mg/L⁻¹) obteniendo 80 y 100% de sobrevivencia. Mc Caughey-Espinoza *et al.* (2017), obtuvieron un 70% de sobrevivencia en el trasplante de chiltepín, utilizando plantas silvestres adultas.

4. Conclusiones

Al sumergir las semillas de chiltepín en 500 ppm de ácido giberélico (AG₃) durante 24 horas se observó 96% de germinación, el cual es un resultado muy favorable. Así como también, el porcentaje de sobrevivencia presentado fue muy aceptable, por encima del 90%, lo cual garantiza su establecimiento para futuras reforestaciones.

Con respecto al establecimiento de las plántulas fue satisfactorio mostrando un 98% de sobrevivencia al trasplante.

Será de gran apoyo fomentar con los agricultores la siembra del chiltepín en pequeños rodales, ya que requieren de mínima inversión y así tendrán producción de chile, tomando en cuenta las características propias que esta especie requiere para su adaptación.

Referencias

1. García-Federico, A., Montes-Hernández S., Rangel-Lucio, J. A. García-Moya, E. y Mendoza-Elos, M. (2010). Respuesta fisiológica de la semilla chile piquín (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill) al ácido giberélico e hidrotermia fisiológica Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.1 Núm.2. p. 203-216. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000200007
2. Izquierdo-Oviedo, H., Alcaraz Meléndez, L. y Rodríguez-Álvarez, M. (2017). Micropropagación de chiltepín (*Capsicum annuum* L. cv. 'glabriusculum') mediante el empleo de una oligosacarina de origen péctico. Acta Universitaria a Multidisciplinary Scientific Journal, 27(5), 34-43. Recuperado de <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/1452/html>
3. JMP. (2002). The Statistical Discovery Software. SAS institute Inc. Ver. 5.0.1a
4. Lizarde-Araiza, N., Lizarde-Araiza, E. y Martínez-Martínez, J. G. (2015). Evaluation of germination and seedling growth of Chiltepín (*Capsicum annuum* L. variedad *glabriusculum*) greenhouse. Rev. Colombia biotecnología, Volumen 13, Número 2, p. 170-175. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752011000200016
6. Mc Caughey-Espinoza Diana M., Ayala-Astorga Gloria Irma, Velázquez-Caudillo Juvenal, Anaya-Islas Jesús y Canseco-Vilchis Eduardo. (2017). Creación de un jardín botánico y de árbol madre de arbustivas forrajeras nativas del estado de Sonora. Rev. IDESIA Vol. 35, no.4, p.35-45. doi:10.4067/S0718-34292017000400035.
7. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, (2010). Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

8. Prado-Urbina Gregorio, Lagunes-Espinoza, L., García-López, E., Bautista-Muñoz C., Camacho-Chiu W., Mirafuentes- G, F. y Aguilar-Rincón, V. H. (2015). Germinación de semillas de chiles silvestres en respuesta a tratamientos pre-germinativos. Ecosistemas y recursos agropecuarios vol.2 no.5 p 139-149. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282015000200002
9. Ramírez-Meráz, M., Pozo, C. O. y Rodríguez del Bosque, L. A. (Marzo, 2003). Tecnología para Inducir la germinación en chile piquín. In: Rodríguez del Bosque, L. A. (ed). Memoria del 1er. Simposio Regional de Chile piquín: Avances de Investigación en Tecnología de Producción y Uso Racional del Recurso Silvestre. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo, México. Publicación especial. Núm. 26. 35-36 pp.

Validación De Líneas Experimentales Y Variedades De Sorgo Bajo Condiciones Controladas

Melgoza-Villagómez Claudia M.¹, Moreno-Gallegos Tomás², López-Guzmán Jesús A.², Moreno-Hernández Jesús M.², Pérez Márquez Jesús², Hernández-Espinal Luis A.³

¹Sitio Experimental Valle de Santo Domingo-INIFAP. Carretera Transpeninsular Km. 208. Cd. Constitución, B. C. S., México. cmelgozavillagomez@gmail.com

²Campo Experimental Valle de Culiacán-INIFAP. Carretera Culiacán-El Dorado, km 17.5. Municipio. C. P. 80000, Culiacán. Sinaloa, México

³Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. San Ángel. 3886. Mercado de Abastos, Fraccionamiento San Benito, Culiacán, Sinaloa, México. C. P. 80260

Resumen

Sinaloa ocupa el segundo lugar nacional en superficie sembrada de sorgo con 227 mil 753 hectáreas, después de Tamaulipas. Entre los principales problemas en la producción de sorgo es el ataque de aves, reportándose pérdidas en la producción de hasta un 80%. El objetivo del presente trabajo fue evaluar líneas avanzadas experimentales y variedades de sorgo bajo condiciones controladas (malla sombra y riego por goteo). El estudio se evaluó en el Campo Experimental Valle de Culiacán. El ensayo fue establecido durante la primera quincena de enero del 2018, se estableció bajo condiciones controladas se evaluaron nueve líneas avanzadas y cinco variedades utilizados como testigos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, la unidad experimental fue de 3 surcos de 5 metros de longitud y 0.80 m de ancho con una separación de 20 plantas por metro lineal. El manejo agronómico se realizó de acuerdo a lo recomendado en el paquete tecnológico del INIFAP. La línea BT09E8AB (1) fue la que presentó los rendimientos más altos 8.1 t ha⁻¹, a diferencia de la variedad Perla-101 fue la que presentó los rendimientos de grano más bajos 6.03 t ha⁻¹, así como la longitud de panoja 25.6 cm. La variedad BT09E8AB (1) fue la que presentó el rendimiento más alto, además de presentar valores aceptables de altura de planta (3.09 m) y longitud de panoja (28.6 cm), por lo cual se puede considerar como un material doble propósito producción de grano y forraje.

Palabras Clave: *Sorghum bicolor*, riego por goteo, granos.

Abstract

Sinaloa occupies the second national place in sorghum planted surface with 227 thousand 753 hectares, after Tamaulipas. Among the main problems in the production of sorghum is the attack of birds, reporting losses in production of up to 80%. The objective of the present work was to evaluate experimental advanced lines and sorghum varieties under controlled conditions (shade mesh and drip irrigation). The study was evaluated in the Valle de Culiacán Experimental Field. The trial was established during the first half of January 2018, was established under controlled conditions nine advanced lines and five varieties used as witnesses were evaluated. A complete block design was used at random with three repetitions, the experimental unit was 3 rows of 5

meters long and 0.80 m wide with a separation of 20 plants per linear meter. The agronomic management was carried out according to what is recommended in the INIFAP technological package. The line BT09E8AB (1) was the one that presented the highest yields 8.1 t ha⁻¹, you found the variety Perla-101 was the one that presented the lowest grain yields 6.03 t ha⁻¹ as well as the panicle length 25.6 cm. The variety BT09E8AB (1) was the one that presented the highest yield, in addition to presenting acceptable values of plant height (3.09 m) and panicle length (28.6 cm), so that it can be considered as a double purpose material grain and forage production.

Key words: *Sorghum bicolor*, grain, drip irrigation.

1. Introducción

Sinaloa ocupa el segundo lugar nacional en superficie sembrada de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) con 227 mil 753 hectáreas, después de Tamaulipas. En cuanto a producción, ocupa el tercer lugar con 484 mil 650 toneladas de grano y 341 mil 605 toneladas de forraje verde de sorgo al año (SIAP, 2018). En la entidad, 70% del sorgo se cultiva bajo condiciones de temporal, mientras que 30% bajo riego, con rendimientos promedio de 1.26 t ha⁻¹ y 7.12 t ha⁻¹ de grano, respectivamente; mientras que en forraje verde son de 16.06 t ha⁻¹ en temporal y 30.05 t ha⁻¹ en riego.

Entre los principales problemas que enfrenta el cultivo del sorgo en Sinaloa, son la sequía, causada por la distribución errática de lluvias (de 450 a 600 mm, durante el periodo de julio a noviembre), así como el escaso uso de prácticas de conservación y aprovechamiento de la humedad (Hernández, Moreno, Loaiza y Reyes, 2010). Otro de los principales problemas en la producción de sorgo es el ataque de aves, que ocasiona daños considerables tanto en el momento de la siembra como antes de la cosecha, reportándose pérdidas en la producción de hasta un 80% (Casuso, Tarrago y Jiménez, 2016). El objetivo del presente trabajo fue evaluar líneas avanzadas experimentales y variedades de sorgo bajo condiciones controladas (malla sombra y riego por goteo).

2. Materiales y métodos

El estudio se evaluó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, en el Campo Experimental Valle de Culiacán. Se estableció durante la primera quincena de enero, bajo condiciones controladas (malla sombra y riego por goteo) se evaluaron nueve líneas avanzadas; BT09E8AB (1), BT09E8AR (2), BT09TB9, BT09E8R (2), BT09T5, BT09E8R2, BT09E8B (1), BT09E1GR y BT09T9R, y las variedades Fortuna, Costeño-201, Gavatero-203, VCS-Diamante y Perla-101 utilizados como testigos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, la unidad experimental fue de 3 surcos de 5 metros de longitud y 0.80 m de ancho con una separación de 20 plantas por metro lineal. El manejo agronómico se realizó de acuerdo a lo recomendado en el paquete tecnológico del INIFAP. Se consideró como parcela útil el surco central con una longitud de 4 m para evaluar el rendimiento, se tomó la altura de planta de la base del suelo hasta el último grano de la panoja.

Además, se consideró la longitud de panoja y porcentaje de daño por aves. Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias (Tukey 0.05) con el programa SAS ver 9.0.

3. Resultados y discusión

El análisis de los resultados de porcentaje de panoja dañada por aves bajo condiciones controladas (malla sombra) fue cero. Se presentan los resultados de las evaluaciones de nueve líneas avanzadas y cinco variedades de sorgo evaluados en el año 2018. Se puede observar que la línea BT09E8AB (1) fue la que presentó los rendimientos más altos 8.1 t ha⁻¹, las líneas BT09E8AR (2), BT09TB9 y BT09E8R (2) así como la variedad Fortuna presentaron rendimientos superiores a la media general 6.5 t ha⁻¹. Las variedades Perla-101 y VCS-Diamante fueron las que presentaron los rendimientos de grano más bajos 6.03 y 6.09 t ha⁻¹, así como la longitud de panoja 25.6 y 24.6 cm respectivamente (Cuadro 1). En otros estudios realizados a campo abierto se han reportado pérdidas entre un 25 a 100% de grano de sorgo por las aves (De Melo y Cheschini 2012, Casuso, Tarrago y Jiménez, 2016). El uso de condiciones controladas (malla sombra y riego por goteo) en el programa de mejoramiento genético de sorgo del INIFAP, contribuye a la conservación de germoplasma que sirve para la formación de variedades e híbridos de sorgo.

Cuadro 1. Rendimiento de grano, altura de planta, longitud de panoja y exersión de nueve líneas avanzadas y cinco variedades de sorgo, evaluados en ensayos de rendimiento en el ciclo 2018, en el Campo Experimental Valle de Culiacán bajo condiciones controladas

Genotipo	Rendimiento (t/ha)	Altura de planta (m)	Longitud de panoja (cm)
BT09E8AB (1)	8.11a	3.09ab	28.6ab
BT09E8AR (2)	7.39ab	3.18ab	27.0ab
BT09TB9	6.83bc	3.38a	25.6b
BT09E8R (2)	6.69bc	2.98ac	25.3b
FORTUNA	6.64bc	2.38cd	31.0ab
BT09T5	6.57bc	3.04ab	27.0ab
BT09E8R2	6.54bc	2.76bc	25.3b
BT09E8B (1)	6.41bc	3.45a	27.3ab
BT09E1GR	6.32c	2.91a.c	28.6ab
COSTEÑO-201	6.39c	1.55e	24.6b
BT09T9R	6.18c	3.12ab	35.0a
GAVATERO-203	6.12c	1.98de	28.6ab
VCS-DIAMANTE	6.09c	1.67e	24.6b
PERLA-101	6.03c	1.55e	25.6b
MEDIA	6.59	2.63	27.2
DMS (0.05)	0.98	0.61	8.31
CV	8.92	7.69	9.9

Medias con letra igual no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

4. Conclusiones

En el ensayo de rendimiento en el ciclo 2018, en el Campo Experimental Valle de Culiacán bajo condiciones controladas (malla sombra y riego por goteo), se observó cero por ciento de daño por aves en la panoja de sorgo. Las variedades BT09E8AB (1) y BT09E8AR (2) fueron las que presentaron los rendimientos más altos, además de presentar valores aceptables de altura de planta y longitud de panoja, por lo cual se puede considerar como un material doble propósito producción de grano y forraje.

Referencias

1. Casuso, M. V., Tarrago, J. R., y Jiménez, J. O. (2016). Evaluación de daño por aves en cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor*) en las breñas, provincia del chaco. Revista FAVE-Ciencias agrarias 15 (1). Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1666-77192016000100002
2. De Melo, C., y Cheschini J. (2012). Daños causados por las aves en sorgo (*Sorghum bicolor*) em Brasil Central. Bioagro 24: 33-38. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612012000100005
3. Hernández-Espinal, L. A.; Moreno, G. T.; Loaiza, M. A. y Reyes, J. J. E. (2010). Gavatero-203, nueva variedad de sorgo forrajero para el estado de Sinaloa. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 1:727-731. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000500013
4. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2018). Anuario estadístico de la producción agrícola 2016 en México. El cultivo de sorgo. SAGARPA. URL: <http://www.siap.gob.mx>.

Evaluación De Adaptabilidad Del Cultivo De Amaranto (*Amaranthus Spp.*) En El Sur De Sonora

Montoya Coronado Lope, Espitia Rangel Eduardo, Borbón Gracia Alberto, Armenta Cejudo Ramón, Ruiz Quijada Eleuterio, Armenta Osuna Pedro, Buitimea Valenzuela Yenire

INIFAP. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug Km 12, Apdo. Postal 515, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (644) 4145753 y 4145700. montoya.lope@inifap.gob.mx

Resumen

El cultivo del amaranto posee características agronómicas que le permiten adaptarse a condiciones ambientales adversas, donde otros cultivos no prosperan. Se considera que es una alternativa para los pequeños productores por tener las características de mayor resistencia a la sequía. El amaranto es un cultivo que produce semillas con alto valor nutricional y diversas propiedades como niveles elevados de proteína total, así como del aminoácido lisina generalmente deficiente en otros cereales. Con el objetivo de conocer la adaptabilidad de genotipos de amaranto a las condiciones del sur de Sonora, durante el ciclo otoño-invierno 2017-2018, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, Sonora bajo las condiciones de riego en suelo de tipo barrial, se evaluaron cuatro genotipos bajo dos densidades de siembra, los genotipos evaluados fueron Amaranteca, Benito, Nutrisol y Revancha y las densidades 5 y 10 plantas por metro lineal. Se sembraron 4 surcos de 100 m de cada variedad (320 m²). La siembra fue en seco, el riego de nacencia se realizó el día 09 de enero 2018. Se aplicaron tres riegos de auxilio y se fertilizó con la fórmula 100-50-00 (NPK). Los materiales del cultivo de amaranto en general tuvieron buen comportamiento. El genotipo que estadísticamente registró mayor rendimiento fue la variedad Revancha con 2047 kg/ha y 1680 kg/ha en las densidades de 5 y 10 plantas por metro lineal, respectivamente.

Palabras Clave: Amaranto, Rendimiento, Proteína.

Abstract

Amaranth crop has agronomic characteristics that allow it to adapt to adverse environmental conditions, where other crops do not thrive. It is considered to be an alternative for small producers because they have the characteristics of greater resistance to drought. Amaranth is a crop that produces seeds with high nutritional value and various properties such as high levels of total protein, as well as the amino acid lysine generally deficient in other cereals. With the objective of knowing the adaptability of amaranth genotypes to the conditions of the south of Sonora, during the autumn-winter cycle 2017-2018, in the Norman E. Borlaug Experimental Station, Sonora under the conditions of irrigation in loamy soil, four genotypes were evaluated under two planting densities, the evaluated genotypes were Amaranteca, Benito, Nutrisol and Revancha and the densities were 5 and 10 plants per linear meter. 4 rows of 100 m of each variety (320 m²) were planted. Sowing was in dry, first irrigation was on January 9, 2018. Three irrigation aid was applied and fertilized with the formula 100-50-00 (NPK). The materials of the

amaranth crop in general had good behavior. The genotype that statistically registered the highest yield was the Revancha variety with 2047 kg / ha and 1680 kg / ha in the densities of 5 and 10 plants per linear meter, respectively.

Key words: Amaranth, Yield, Protein.

1. Introducción

El cultivo del amaranto posee características agronómicas que le permiten adaptarse a condiciones ambientales adversas, donde otros cultivos no prosperan (Omami, Hammes, y Robbertse, 2006). Se considera que es una alternativa para los pequeños productores por tener las características de mayor resistencia a la sequía (Morales, Vázquez y Bressani, 2009). Además, es una planta cultivada, domesticada y utilizada en México desde hace más de 4000 años (Alejandre, Valdés. y García, 2012). Se considera que la importancia del amaranto debe retomarse, pues es un cultivo estratégico en la alimentación de los mexicanos, dado su valor nutritivo tanto en cantidad como en calidad de su proteína, ya que supera a cereales de uso común como el trigo, el arroz, la avena y el maíz (Morales *et al.*, 2009). El amaranto es un cultivo que produce semillas con alto valor nutricional y diversas propiedades como niveles elevados de proteína total, así como del aminoácido lisina generalmente deficiente en otros cereales (Belton y Taylor, 2002). El cultivo de amaranto se puede potencializar a un desarrollo agronómico e industrial semejante al de la soya (Morales *et al.*, 2009), en donde genere ingresos económicos significativos para la cadena productiva que inicie en los productores primarios. Actualmente, el cultivo se desarrolla en pequeñas comunidades en condiciones de escasez, no sólo de recursos naturales como lo es el agua, sino también de tecnología en la producción y transformación en las regiones donde se produce (De la O Olán, Espitia, Rivas y Elías 2012).

El amaranto se puede considerar como un cultivo con la misma cantidad de nutrientes que la soya. Es un cultivo prometedor que puede cultivarse en condiciones de temporal, con tolerancia a sequías y un rendimiento mayor o similar a otros cultivos en igualdad de circunstancias. Lo anterior hace del cultivo una alternativa de producción y consumo adecuada para regiones marginadas del país. De acuerdo con datos de Sagarpa-Siacon (2012), las características de la producción de amaranto en México retoman niveles notables. En los últimos 28 años la superficie sembrada se incrementó a una tasa media anual (tma) de 9.82%, entre 1982-2010; esta tasa se refleja en la producción de alimentos, en la industria farmacéutica y en elaboración de cosméticos (Espitia, Mapes, Escobedo, De la O Olán, Rivas, Martínez, Cortés. y Hernández, 2010).

La producción se concentra en la zona central de México, donde tradicionalmente se destacan los estados de Puebla, Estado de México, Morelos, Tlaxcala y el Distrito Federal. También se siembra, pero en menores superficies y de manera más esporádica en Aguascalientes, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca y Querétaro, Nayarit, Veracruz y en huerto familiar en la zona serrana de Sinaloa, Sonora, Chihuahua y Durango. El objetivo del presente trabajo es de evaluar la adaptabilidad del cultivo de amaranto para la región del sur de Sonora con

el fin de tener la tecnología adaptada a la región disponible para los productores demanden el cultivo.

2. Materiales y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en el Sur de Sonora, durante el ciclo otoño-invierno 2017-2018, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, Sonora bajo las condiciones de riego en suelo de tipo barrial. Se evaluó la adaptabilidad del cultivo de amaranto, se utilizaron cuatro variedades y dos diferentes densidades de siembra (5 y 10 plantas por metro lineal). Los genotipos evaluados fueron Amaranteca, Benito, Nutrisol y Revancha; Se sembraron 4 surcos de 100 m de cada variedad (320 m²). La siembra fue en seco, el riego de nacerencia se realizó el día 09 de enero 2018. Se aplicaron tres riegos de auxilio y se fertilizó con la fórmula 100-50-00. Para el control de maleza se realizó una aplicación de Trifluralina antes del surcado. También, durante el ciclo, se realizó un cultivo mecánico y un deshierbe manual. Para el control de plagas, fue necesario hacer dos aplicaciones de Metomilo 500 g/ha y metamidofos 500 mL/ha para el control de gusanos y trips, no fue necesario realizar aplicaciones para el control de enfermedades. Las variables que se midieron en campo fueron altura de planta, días a floración, días a madurez, días a cosecha y rendimiento de grano. Para determinar el rendimiento de grano, se cosecharon cinco muestras de cada densidad con un tamaño de parcela útil de 8 m², se realizó un análisis de varianza y prueba de comparación de medias DMS con un $\alpha = 0.05$.

3. Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se muestran las características agronómicas evaluadas. Se observan los diferentes colores de las inflorescencias del cultivo que varían entre verde, naranja y guinda. La variedad Amaranteca se presenta como la de porte más alto con 189 cm y Nutrisol como la de porte más bajo con 126 cm. Las genotipos más precoces fueron Nutrisol y Revancha con 106 días a cosecha, seguidos por Amaranteca y Benito con 121 días a cosecha.

Cuadro 1. Características agronómicas del cultivo de amaranto, evaluadas en el Valle del Yaqui durante el ciclo P-V. 2018

Variedad	Color de inflor.	Altura total (cm)	Días de floración	Días a mad. fisiol.	Días a cosecha	Tipo de inflor.
Amaranteca	verde	189	68	118	121	estrecha
Benito	naranja	174	68	118	121	semi-estrecha
Nutrisol	guinda	126	53	103	106	abierta
Revancha	verde	148	53	103	106	estrecha

En el Cuadro 2 se observa el rendimiento de grano de los materiales y densidades evaluadas, donde se puede observar que la variedad Revancha con la densidad de 10 plantas por metro es estadísticamente la mejor con un rendimiento de grano de 2047 kg/ha en el grupo A, seguido por la variedad Amaranteca con 10 plantas por metro lineal con 1785 kg/ha en el grupo AB, seguido por el grupo B con Revancha con 5 plantas por metro lineal y 1680 kg/ha, la variedad estadísticamente más baja fue la de Benito de 10 plantas por metro lineal con 801 kg/ha.

Cuadro 2. Calidad industrial de la línea KM9-OL en comparación con las variedades comerciales

p/m	Variedad	kg/ha
10	Revancha	2047 A
10	Amaranteca	1785 AB
5	Revancha	1680 B
10	Nutrisol	1259 B
5	Amaranteca	1208 B
5	Nutrisol	1202 B
5	Benito	1141 B
10	Benito	801 D

4. Conclusiones

Los genotipos del cultivo de amaranto en general tuvieron buen comportamiento. El material que estadísticamente registró mejor rendimiento fue la variedad Revancha en la densidad 5 y 10 plantas por metro lineal con 2047 kg/ha y 1680 kg/ha, respectivamente. Amaranteca también tuvo buen rendimiento con 1785 kg/ha con la densidad de 10 p/m lineal y 1208 kg/ha con 5 p/m lineal. No se presentaron daños significativos de plagas y enfermedades en el cultivo. Con los resultados de esta validación se beneficiará a los productores para que tengan nuevas opciones de cultivo en el noroeste de México.

Referencias

1. Alejandro Iturbide, G; Valdés Lozano, C. y García Pereyra J. (2012). Selección y adaptación de variedades criollas de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) en el noreste de México, en E. Espitia Rangel (ed.), *Amaranto: ciencia y tecnología* (pp. 249-256). Libro científico Núm. 2. México.
2. Belton, P. y Taylor, J. R. N. (2002). *Pseudocereals and less common cereals*. Berlin: Springer-Verlag.
3. De la O Olán, M., Espitia R., E., Rivas V., P. y Elías T., M. N. (2012). Propuestas y avances del diseño de un paquete tecnológico para el cultivo de amaranto en el Distrito Federal en A. V. Ayala G., G. Almaguer V., M. H. Romero G., R. López T. (coords.), *Propuestas y avances del diseño de un paquete tecnológico para el cultivo de amaranto en el Distrito Federal* (pp. 187-202). Plaza y Valdés.

4. Espitia R., E., Mapes Sánchez, C., Escobedo L., D., De la O Olán, M., Rivas-Valencia, P., Martínez, T. G., Cortés, L. y Hernández, J. M. (2010). Conservación y uso de los recursos genéticos de amaranto en México. México: INIFAP.
5. Morales, G. J. C., Vázquez, N. M. y Bressani, R. C. (2009). El amaranto. Características físicas, químicas, toxicológicas y funcionales y aporte nutricio. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zuribán.
6. Omami, E. N., Hammes, P. S. y Robbertse, P. J. (2006). Differences in salinity tolerance for growth and water-use efficiency in some amaranth (*Amaranthus* spp.) genotypes. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 34(1), 11-22.
7. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) y Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (Siacon). (2012). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Base de datos. México.

Calidad Del Ensilado Biológico Producido Con Nuevas Variedades De Sorgos Doble Propósito En Sinaloa

Moreno-Hernández Jesús Martín¹, López-Guzmán Jesús Asunción¹, Moreno-Gallegos Tomás¹, Montes-García Noe², Pecina-Quintero Victor³, Melgoza-Villagómez Claudia⁴

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

moreno.jesus@inifap.gob.mx

¹Campo Experimental Valle de Culiacán

²Investigador del Campo Experimental Río Bravo

³Investigador del Campo Experimental Bajío

⁴Sitio Experimental Valle de Santo Domingo-INIFAP

Resumen

Nuevas variedades de sorgo doble propósitos fueron evaluadas en productividad y calidad nutritiva para la producción de ensilados biológicos. Los materiales fueron establecidos bajo condiciones de temporal bajo en régimen de lluvias de la zona centro de Sinaloa. Los materiales en estado masoso de grano fueron sometidos a fermentación en micro-silos anaerobios. El rendimiento promedio de las variedades fue de 10.6 ton ms/ha; siendo VCS-Diamante el material con un rendimiento por debajo de la media. El análisis proximal evidenció diferencias significativas ($p < 0.05$) en contenido de proteína respecto al control siendo VCS-Diamante el que presentó una calidad proteica superior. La digestibilidad promedio de los silos producidos con las nuevas variedades de sorgo doble propósito fue 78% DG, significativamente superior al testigo Gavatero-203 (66.4% DG). Estos nuevos materiales de sorgo se proponen como una alternativa productiva para los ganaderos de la región centro-sur del estado de Sinaloa.

Palabras Clave: sorgo, ensilado, calidad proteica.

Abstract

New varieties of double purpose sorghum were evaluated in productivity and nutritional quality for the production of biological silage. Materials were planted under rainfed season in the central region of Sinaloa. The materials in the soft dough state were conserved by fermentation in anaerobic micro-silages modules. The average yield of the varieties was 10.6 ton DM/ha; being VCS-Diamante the material with a performance below the average. Proximal analysis showed significant differences ($p < 0.05$) in protein content to the control being VCS-Diamante the one that presented a higher protein quality. The average digestibility of the silos with the new sorghum varieties was 78% DG, significantly higher than the control Gavatero-203 (66.4% DG). These new sorghums are attractive forage crops for livestock farmers in the south-central region of the state of Sinaloa.

Key words: sorghum, silage, protein quality.

1. Introducción

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es uno de los cultivos más antiguos (casi 5000 años) y en la actualidad es uno de los cereales de mayor importancia en algunos países de África, Asia y América (Dicko, Gruppen, Traoré, Voragen y Van Berkel, 2006). Posee una alta y eficiente producción en ambientes paridos y semiáridos, resistencia a sequía y suelos con relativa salinidad (Serna-Saldívar, 2010; Taylor, Schober, y Bean, 2006). En México, este grano ocupa una posición importante como cultivo estratégico para el sistema de producción pecuaria. Tan sólo en 2017, la superficie sembrada de sorgo fue de 1 631 956 ha, correspondiendo a un volumen de producción aproximado a 4 millones 548 mil ton de grano y 3 millones 137 mil ton de sorgo forrajero en verde (SIAP, 2018). Poco más del 94% del sorgo producido en el estado se destina a la elaboración de alimentos balanceados para la producción pecuaria y una pequeña proporción de sorgo blanco para consumo humano. En la formulación de raciones para monogástricos, el sorgo constituye más de 60% de la dieta, lo que significa en términos económicos y de volumen que es la materia prima más importante en la industria de alimentos balanceados (Reyes y Loaiza, 2012). El sorgo producido en temporal es de vital importancia para sustentar en gran medida las diferentes actividades pecuarias de la región, tales como producción de carne y leche de bovinos. Este cultivo es especialmente importante durante la época seca del año para garantizar una alimentación balanceada de los animales de cría de los productores pecuarios de la región (Hernández-Espinal, Moreno-Gallegos, Loaiza y Reyes, 2010). Debido a las condiciones adversas que se presentan durante el temporal en Sinaloa, la producción de forraje se ve mermada de manera significativa al utilizar materiales poco adaptados, obteniendo bajos rendimientos y forraje de baja calidad nutritiva para el ganado. En este estudio se exploran la calidad de ensilados biológicos de nuevas variedades de sorgos doble propósito para su implementación por los productores pecuarios de la región.

2. Materiales y métodos

Establecimiento del cultivo y manejo agronómico. Tres nuevas variedades de sorgo doble propósito de reciente liberación: VCS-Brillante (VCS-B), VCS-Diamante (VCS-D) y VCS-Tornasol (VCS-T) fueron establecidas bajo condiciones de temporal para evaluar su calidad de forrajera en comparación con la variedad testigo Gavatero-203 (Gav-203). El cultivo se estableció el Campo Experimental Valle de Culiacán del INIFAP (24°37' 57.1" latitud norte y 107°26' 32.3" longitud oeste) en Sinaloa, México, en suelo tipo barrial con una elevación de 19 metros sobre el nivel del mar y características de clima Bs1. Se realizó una fertilización de fondo con 350 kg/ha de nitrógeno y 50 kg/ha de fósforo. El manejo agronómico y control de plagas se realizó de acuerdo las recomendaciones para el cultivo de sorgo en el centro de Sinaloa (Moreno-Gallegos y Loaiza, 2014). Se determinó el contenido de sólidos totales (°Brix) y rendimiento en forraje (materia seca; MS).

Producción del ensilado. El forraje cosechado de cada variedad fue procesado para su conservación a pequeña escala en micro-silos de PVC (Fierro, Chamorro, Pazmiño, Darwin, Zúñiga, Ríos, Bangeppagari, Muchakayala y Mariadoss, 2016). Las dimensiones de los micro-silos fueron de 57 cm de largo y 10.16 cm de diámetro con capacidad de almacenamiento de 3.2 kg de forraje verde. Tras 120 días de almacenamiento en condiciones de anaerobiosis, el material vegetal fermentado sujeto a un análisis de proximal de humedad, proteína, extracto etéreo, fibra cruda y ceniza de acuerdo metodologías de la AOAC (2000). La digestibilidad del ensilado fue determinada con base en el método de Tilley y Terry (1963). Se realizaron réplicas para el análisis del micro-silo y se determinaron diferencias estadísticas mediante un análisis de varianza y las medias fueron analizadas por LSD ($\alpha=0.05$) en el paquete SAS ver 9.0.

3. Resultados y discusión

Las variedades de sorgo evaluadas corresponden a sorgos doble propósito adaptados al régimen de precipitación de la zona centro-sur de Sinaloa bajo condiciones de temporal. Estos sorgos presentan ciclos vegetativos intermedios (60-63 días a floración) lo que les da la capacidad de desarrollar plantas con mayor altura que las variedades precoces, mayor número de entrenudos y además presentan la peculiaridad de producir tallos con un contenido mayor de sólidos solubles (8-12 °Brix) compuesto principalmente por azúcares fermentables durante el ensilado. El rendimiento de forraje fue mayor para la variedad VCS-Tornasol (12.26 Ton MS/ha) mientras que VCS-Brillante presentó un rendimiento de 8.36 Ton MS/ha (Cuadro 1). El material vegetal cosechado fue procesado para la elaboración de microsilos biológicos y evaluado en calidad (Figura 1).

Cuadro 1. Contenido de sólidos y rendimiento en biomasa

Sorgo	Días de floración	Ciclo vegetativo	Sólidos solubles (°Brix)	Rendimiento forraje (Ton m.s./ha)
Gav-203	62	Intermedio	8.8	10.6
VCS-B	60	Intermedio	10	11.2
VCS-D	62	Intermedio	11	8.36
VCS-T	63	Intermedio	12.5	12.26

Microsilos producidos con forraje verde de Gavatero-203 (a), VCS-Brillante (b), VCS-Diamante (c) y VCS-Tornasol (d).

El Cuadro 2 muestra la composición proximal de los ensilados producidos con los diferentes sorgos forrajeros. En análisis de proteína evidenció diferencias significativas ($p<0.05$) entre los ensilados; siendo el producido con VCS-D el que presentó mayor contenido de proteína (13.65%) y fibra cruda (35.9%) respecto al testigo Gav-203. El extracto etéreo (materia grasa) no mostró diferencias estadísticas. Resultados similares han sido reportado por Barrera, Celaya,

Morales, Barrales, Valdez, Nieblas, Juvera, y Sosa (2017), para el forraje de tres híbridos de sorgo bajo condiciones de riego por goteo sin someterse a ensilado. En cuanto al análisis de digestibilidad, las nuevas variedades de sorgo doble propósito mostraron alta digestibilidad (aproximadamente 78%), muy superior al sorgo Gav-203 utilizado como testigo (Cuadro 2).

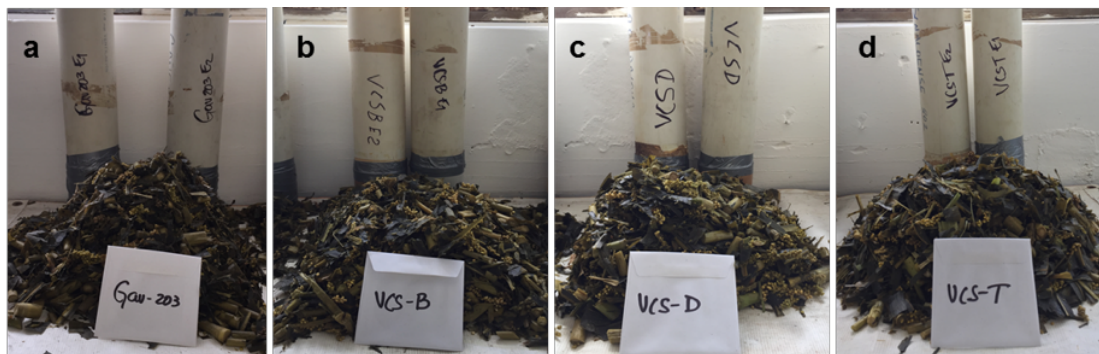


Figura 1. Microsilos de variedades de sorgo doble propósito

Cuadro 2. Composición proximal de los ensilados y digestibilidad.

Sorgo	Ceniza (%)	PC (%)	EE (%)	FC (%)	ELN (%)	DG (%)
Gav-203	11.54ab	11.80b	4.06a	28.86c	43.73a	66.4b
VCS-B	12.13a	11.62b	3.84a	28.10c	40.76b	78.1a
VCS-D	11.13b	13.65a	3.61a	35.94a	35.66c	78.6a
VCS-T	11.42ab	12.18ab	3.73a	31.63b	44.56a	77.9a
Media	11.55	12.31	3.81	31.1	41.18	75.75
LSD (0.05)	0.94	1.56	1.06	2.63	2.51	9.6
C.V.	2.01	3.11	6.89	2.08	1.5	6.7

PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FC: fibra cruda, ELN: extracto libre de nitrógeno, DG: digestibilidad

Diferentes estudios sugieren que la digestibilidad decrece en función de la madurez del cultivo por lo que es de esperarse silos con menor digestibilidad al utilizar materiales cercanos a madurez; por otra parte, la digestibilidad del material se ve influenciada por la eficiencia en el proceso de fermentación (Harris y Raymond, 1963; Fierro *et al.*, 2016). En este estudio se le atribuye diferencias en la digestibilidad de los silos debido a la naturaleza de los nuevos materiales al tratarse de sorgos dulces (>10°Brix). Estos azúcares fermentables probablemente influyeron en una mayor transformación a biomasa microbiana con capacidad lítica de carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa) y esto se ha relacionado con mayor digestibilidad (Di Marco, Aello, Nomdedeu y Van Houtte, 2002).

4. Conclusiones

Las nuevas variedades de sorgo doble propósito VCS-Brillante, VCS-Diamante y VCS-Tornasol poseen adaptación a las áreas de temporal en Sinaloa y presentan alta calidad nutricia al ser ensiladas para la alimentación de ganado en época de estiaje.

Referencias

1. AOAC. (Association of Official Analytical Chemists). 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International. EUA.
2. Barrera, MA., Celaya H., Morales, J.C., Barrales, S.M., Valdez, R.D., Nieblas, M.I., Juvera, J. y Sosa J. 2017. Composición, producción y eficiencia en la utilización de agua en tres híbridos de sorgo forrajero bajo riego por goteo. *XX Memoria del Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas*, Mexicali, BC. 378-384 pp.
3. Dicko, M.H., Gruppen, H., Traoré, A.S., Voragen, A.G. y Van Berkel, W.J. 2006. Review: Sorghum grain as human food in Africa: relevance of starch content and amylase activities. *African Journal of Biotechnology*, 5: 384-395.
4. Fierro, R., Chamorro, D., Pazmiño, J., Darwin, R., Zúñiga, J., Ríos, D., Bangeppagari, M., Muchakayala R. y Mariadoss, S. (2016). Identification and characterization of *Lactobacillus bacterial* genera most prevalent used to improve silage digestibility of important forage species for livestock sector. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 6: 35-41.
5. Hernández-Espinal, L. A., Moreno-Gallegos, T., Loaiza, A. y Reyes, J. E. 2010. Gavatero-203, nueva variedad de sorgo forrajero para el estado de Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1: 727-731.
6. Moreno-Gallegos, T. y Loaiza, A. 2014. Guía para la producir sorgo de riego y temporal en Sinaloa. Folleto para Productores Núm. 56. INIFAP. Culiacán, Sinaloa, México. 16 pp.
7. Reyes, J. y Loaiza, A. 2013. Alimentación de bovinos en época de secas. *Memoria de capacitación. Fundación Produce Sinaloa*. Memoria de Capacitación Fundación Produce Sinaloa. Pp: 33.
8. Serna-Saldívar, S. (2010). Cereal Grains: Properties, Processing, and Nutritional Attributes. CRC Press. Boca Raton, FL.
9. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Anuario estadístico de la producción agrícola 2017 en México. El cultivo de sorgo. SÁGARPA. URL: <http://www.siap.gob.mx>.
10. Taylor, J.R.N., Schober, T.J. y Bean, S.R. 2006. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *Journal of Cereal Science*, 44: 252-271.
11. Tilley, J. M. y Terry, R. A. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and forage science*, 18:104-111.
12. Di Marco, O. N., Aello, M. S., Nomdedeu, M., y Van Houtte, S. (2002). Effect of maize crop maturity on silage chemical composition and digestibility (in vivo, in situ and in vitro). *Animal Feed Science and Technology*, 99: 37-43.
13. Harris C.E. y Raymond W.F. (1963). The effect of ensiling on crop digestibility. *Grass and Forage Science*, 18: 204-212.

Características Agronómicas De VCS-Tornasol: Nueva Variedad De Sorgo Doble Propósito

Moreno-Hernández Jesús Martín¹, López-Guzmán Jesús Asunción¹, Moreno-Gallegos Tomás¹, Montes-García Noe², Pecina-Quintero Victor³, Melgoza-Villagómez Claudia⁴

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

¹Campo Experimental Valle de Culiacán

²Investigador del Campo Experimental Río Bravo

³Investigador del Campo Experimental Bajío

⁴Sitio Experimental Valle de Santo Domingo-INIFAP. moreno.jesus@inifap.gob.mx

Resumen

El sorgo VCS-Tornasol es una nueva variedad desarrollada por el INIFAP muestra adaptación a las áreas productoras de sorgo para el estado de Sinaloa, México. VCS-Tornasol es una variedad de ciclo vegetativo intermedio (65-70 días a la floración y 115-120 días a la cosecha) con adecuada producción de forraje y grano bajo condiciones de temporal. El rendimiento promedio de la variedad en ciclo PV 2017 fue de 3.1 ton/ha de grano y 39.7 ton/ha de forraje verde, significativamente superior al rendimiento del híbrido comercial (testigo), que se cultivan en la región durante el temporal. VCS-Tornasol es tolerante a enfermedades como ergot, roya, antracnosis, pudrición carbonosa del tallo, tizón de la hoja y tizón de la panoja. Se propone a VCS-Tornasol como una nueva variedad para ser cultivada por los productores agropecuarios del estado de Sinaloa.

Palabras Clave: mejoramiento de sorgo, forraje, resistencia a enfermedades.

Abstract

VCS-Tornasol is a new sorghum variety developed by the INIFAP that shows adaptation to the sorghum producing areas in state of Sinaloa, Mexico. The variety VCS-Tornasol has an intermediate vegetative cycle (65-70 days to flowering and 115-120 days to harvest) with adequate forage and grain production under rainy conditions. The average yields of the variety during rainfed cycle 2017 were 3.1 ton/ha in grain and 39.7 ton/ha in green forage, significantly higher than yields showed by the commercial hybrid used as reference, that it is cultivated for mostly producers in the region. VCS-Tornasol is tolerant to diseases such as ergot, sorghum rust, anthracnose, charcoal root and stem rot, leaf blight and panicle blight. This new sorghum variety is proposed as a new crop to be cultivated by livestock producers in Sinaloa.

Key words: sorghum breeding, forage, diseases resistance.

1. Introducción

México es el cuarto productor mundial de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) con una participación de 10% de la producción mundial. Sin embargo, es el principal importador de éste grano con un volumen promedio de 2.35 millones de toneladas (SIAP, 2018). En México, 94.3% del sorgo se destina a la elaboración de alimentos balanceados para la producción pecuaria (Hernández-Espinal, Moreno-Gallegos, Loaiza y Reyes, 2010). En la formulación de raciones para monogástricos, el sorgo constituye más de 60% de la dieta, lo que significa en términos económicos y de volumen que es la materia prima más importante en la industria de alimentos balanceados (Gámez-González, Moreno, Zavala, Morales y Damián, 2010). En Sinaloa, el 70% del sorgo se cultiva bajo condiciones de temporal que corresponde al ciclo primavera verano, entre los principales problemas que enfrenta el cultivo del sorgo es la falta la sequía causada por la distribución errática de lluvias (de 450 a 600 mm, durante el periodo de julio a noviembre) y la siembran predominantemente de híbridos comerciales con bajos rendimientos, susceptibles a enfermedades y al acame, lo que imposibilita la cosecha mecánica. Es por ello que se buscan nuevos materiales forrajeros con buena adaptación y producción de grano bajo condiciones de temporal y riego en el estado de Sinaloa. El objetivo de este estudio es describir las características varietales y productivas de VCS-Tornasol; así como su respuesta a diferentes fitopatógenos de importancia en el cultivo de sorgo.

2. Materiales y métodos

Establecimiento del cultivo y manejo agronómico. Se determinó las características varietales y agronómicas de la nueva variedad de sorgo doble propósito VCS-Tornasol bajo condiciones de temporal. El cultivo se estableció el Campo Experimental Valle de Culiacán del INIFAP (24°37' 57.1" latitud norte y 107°26' 32.3" longitud oeste) en Sinaloa, México, en suelo tipo barrial con una elevación de 19 metros sobre el nivel del mar y características de clima Bs1. Se realizó una fertilización de fondo con 350 kg/ha de nitrógeno y 50 kg/ha de fósforo. El manejo agronómico y control de plagas se realizó de acuerdo las recomendaciones para el cultivo de sorgo en el centro de Sinaloa (Moreno-Gallegos y Loaiza, 2014).

Variabes de estudio. Se registraron las características varietales de acuerdo con Unión de Productores y Obtentores de Variedades (UPOV). Se estableció un ensayo de rendimiento de VCS-Tornasol y el híbrido comercial Milón (Testigo), plantando 4 surcos de 5 m de largo (0.8 m distancia entre surcos) con una parcela útil de 8 m². Se realizaron tres repeticiones para cada material y se realizó una prueba de t-pareada para la comparación estadística ($\alpha=0.05$) en el paquete SAS ver 9.0.

3. Resultados y discusión

La variedad de sorgo VCS-Tornasol es producto del Programa de Mejoramiento Genético de Sorgo del Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU) del Instituto Nacional de

Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la cual se obtuvo mediante recombinación genética y selección de germoplasma proveniente del Instituto Internacional para el Mejoramiento de Cultivos de los Trópicos Semi-Áridos (International Crops Research Institute for the SemiArid Tropics, ICRISAT), Hyderabad, India. Sus líneas progenitoras fueron una hembra androestéril y un restaurador masculino de la fertilidad de genealogía ignata; cuya cruza se denominó V-2 (Variedad-2). El material segregante de la cruza V-2 fue seleccionado a partir de la generación F2 mediante el método de surco por panoja o pedigrí durante siete generaciones hasta obtener una línea uniforme avanzada que dio origen al sorgo VCS-Tornasol y cuyo pedigrí es: V2-1-M-3-1-1-2-M-M. La variedad VCS-Tornasol se comporta como de ciclo vegetativo intermedio (65-70 días a la floración) y 115-120 días a la cosecha. Posee una altura de planta de 2.40 m, sus hojas son de color verde claro, de textura media, sin antocianinas; su tallo tiene ocho entrenudos a madurez, con un alto contenido de azúcares en tallo (12-16 °Brix) cuando las plantas tienen el grano lechoso masoso (Figura 1).

La planta de VCS-Tornasol cuenta con espigas medianas (24 cm), semicompactas, con buena excursión (30 cm) y glumas sin antocianinas en floración; grano color crema de forma circular y semiaplanado, testa y endospermo cristalinos y de textura media (Cuadro 1). La variedad VCS-Tornasol mostró rendimientos promedio de 39.7 ton/ha en forraje verde y 3.1 Ton/Ha de grano, estadísticamente superior al testigo comercial Milón (Cuadro 2).

VCS-Tornasol, presenta resistencia a diferentes enfermedades que presenta el cultivo (Cuadro 3), durante los ensayos de validación presento resistencia a ergot (*Claviceps africana*) (Velázquez, Narro y Torres, 2001), roya (*Puccinia purpurea*), antracnosis (*Colletotrichum graminicola*), pudrición carbonosa del tallo (*Macrophomina phaseolina*) (Williams-Alanís, Pecina-Quintero, Montes-García, Palacios-Velarde, Arcos-Cavazos y Vidal-Martínez, 2009). y tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum*), tizón de la panoja (*Fusarium moniliforme*) (González, Ávila y Pieruzzini, 2005). Las características de producción de forraje y grano de VCS-Tornasol son recomendables para zonas sorgueras del estado de Sinaloa. Actualmente esta variedad cuenta con el registro SOG-285-231117 del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semilla (SNICS).

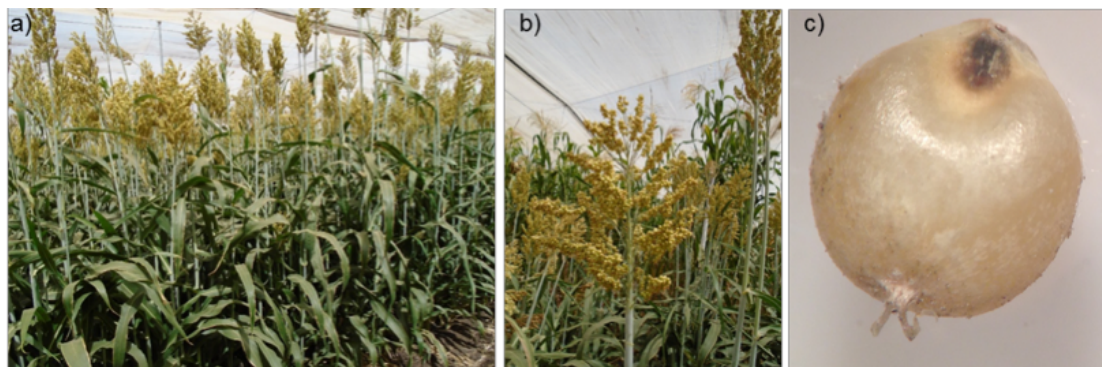


Figura 1. Desarrollo de VCS-Tornasol en lotes de validación en Sinaloa. Planta de sorgo VCS-Tornasol en llenado de grano (a), aspecto de la panoja (b) y semilla (c)

Cuadro 1. Características varietales de VCS-Tornasol

Características	Descriptor
Tamaño de la espiga	24 cm
Número de hojas totales	8
Número de entrenudos a madurez	8
Diámetro del tallo a madurez	2.4 cm
Altura planta	2.08 m
Longitud de la panoja	27 cm
Excursión	30 cm
Peso panoja	105.4 g
Tipo de panoja	Semicompacta
Color de grano	Crema
Color de gluma	Café-oscuro
Contenido de taninos en grano	Ausente
Vista dorsal	Circular
Vista perfil	Elíptico

Cuadro 2. Características productivas de VCS-Tornasol

Sorgo	Rendimiento (ton/ha)	
	Forraje verde	Grano
VCS-Tornasol	39.7*	3.1*
Híbrido Milón	26.51	1.0

*Estadísticamente significativo t-pareada ($p \leq 0.05$).

Cuadro 3. Respuesta de la variedad VCS-Tornasol a enfermedades

Enfermedad	Agente causal	Respuesta varietal
Ergot	Claviceps africana	Tolerante
Roya	Puccinia purpurea	Tolerante
Antracnosis	Colletotrichum graminicola	Tolerante
Tizón de la panoja	Fusarium moniliforme	Tolerante
Tizón de la hoja	Helminthosporium turcicum	Tolerante
Pudrición carbonosa del tallo	Macrophomina phaseolina	Tolerante
Moho del grano	Curvularia lunata	Tolerante

4. Conclusiones

VCS-Tornasol es una nueva variedad de sorgo doble propósito de polinización libre con capacidad de adaptación a las zonas de riego y temporal en Sinaloa. Es recomendable su uso para unidades rurales de producción pecuaria del estado.

Referencias

1. Gámez-González, H., Moreno, L. S., Zavala, G. F., Morales, R. I. y Damián, H. M. A. 2010. *El sorgo: contribuciones al conocimiento de su fisiología*. Primera edición. Ed. Talleres de Jiménez Editores e Impresores, S. A. de C. V. México, D. F. UANL. 22 p.
2. González, R., Ávila, J. y Pieruzzini, N. 2005. Manejo de las principales enfermedades del sorgo en el estado Portuguesa. *Aspectos Fitosanitarios* 6:29-32.
3. Hernández-Espinal, L. A., Moreno-Gallegos, T., Loaiza, A. y Reyes, J. E. 2010. Gavatero-203, nueva variedad de sorgo forrajero para el estado de Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1: 727-731.
4. Moreno-Gallegos, T. y Loaiza, A. 2014. Guía para la producir sorgo de riego y temporal en Sinaloa. Folleto para Productores Núm. 56. INIFAP. Culiacán, Sinaloa, México. 16 pp.
5. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Anuario estadístico de la producción agrícola 2017 en México. El cultivo de sorgo. SAGARPA. URL: <http://www.siap.gob.mx>.
6. Velázquez, V. R., Narro, S. J. y Torres, M. H. 2001. Diseminación inicial del cornezuelo (*Claviceps africana*) de sorgo en México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 19:100-103.
7. Williams-Alanís, H., Pecina-Quintero, V., Montes-García, N., Palacios-Velarde, O., Arcos-Cavazos, G. y Vidal-Martínez, V. A. 2009. Reacción de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] para grano a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 27:148-155.

Validación De Híbridos Experimentales De Sorgo Bajo Condiciones Controladas (Malla Sombra Y Riego Por Goteo)

Moreno-Gallegos Tomás, López-Guzmán Jesús A., Jmoreno-Hernández Esús M., Pérez Márquez Jesús

Campo Experimental Valle de Culiacán-INIFAP. Carretera Culiacán-El Dorado, km 17.5. Municipio. C. P. 80000, Culiacán. Sinaloa, México. moreno.tomas@inifap.gob.mx

Resumen

Entre los principales problemas en la producción de sorgo es el ataque de pájaros, reportándose pérdidas en la producción de hasta un 80%. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los híbridos experimentales bajo condiciones controladas. El estudio se evaluó en el Campo Experimental Valle de Culiacán. El ensayo fue establecido durante la primera quincena de enero del 2018, se estableció bajo condiciones controladas (malla sombra y riego por goteo) se evaluaron siete híbridos avanzados y cinco variedades utilizados como testigos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, la unidad experimental fue de 3 surcos de 5 metros de longitud y 0.80 m de ancho con una separación de 20 plantas por metro lineal. El manejo agronómico se realizó de acuerdo a lo recomendado en el paquete tecnológico del INIFAP. Los híbridos A7X34R y A8X10R presentan los mayores rendimientos de grano 8.2 y 7.9 t ha⁻¹ respectivamente, superando en más de 1.5 t ha⁻¹ a las variedades Matinal, VCS-Diamante y Perla-101. El híbrido A8X10R y A4X34R son los que presentaron una mayor longitud de panoja 36.6 y 36.0 cm respectivamente, en contraste la variedad RB-Norteño fue la que presentó la menor longitud de panoja 21.6 cm más sin embargo esta variedad presenta un rendimiento de grano superior a la media general 7 t ha⁻¹.

Palabras Clave: *Sorghum bicolor*, riego por goteo, granos.

Abstract

Among the main problems in the production of sorghum is the attack of birds, reporting losses in production of up to 80%. The objective of the present work was to evaluate the experimental hybrids under controlled conditions. The study was evaluated in the Valle Experimental Culiacan. The trial was established during the first half of January 2018, was established under controlled conditions (shade Malla and drip irrigation) seven advanced hybrids and five varieties used as controls were evaluated. A randomized complete block design with three repetitions was used, the experimental unit was 3 rows of 5 meters long and 0.80 meters wide with a separation of 20 plants per linear meter. The agronomic management was carried out according to what is recommended in the INIFAP technological package. The hybrids A7X34R and A8X10R have the highest yields of 8.2 and 7.9 t ha⁻¹ respectively, exceeding the Morning, VCS-Diamond and Perla-101 varieties by more than 1.5 t ha⁻¹. The hybrid A8X10R and A4X34R are the ones that had a greater length of panicle 36.6 and 36.0 cm respectively, you found the variety RB-Norteño

was the one that presented the shortest length of panicle 21.6 cm more, however this variety presents a grain yield higher than the general average 7 t ha⁻¹.

Key words: *Sorghum bicolor*, drip irrigation, grain.

1. Introducción

En México, la superficie sembrada de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) en 2016 fue de 1 669 239 ha, con una producción de 4 millones 629 mil toneladas de grano y 2 millones 285 mil toneladas de forraje verde. Sinaloa ocupa el segundo lugar nacional en superficie sembrada de sorgo con 227 mil 753 hectáreas, después de Tamaulipas. En cuanto a producción, Sinaloa ocupa el tercer lugar con 484 mil 650 toneladas de grano y 341 mil 605 toneladas de forraje verde de sorgo al año (SIAP, 2018).

Entre los principales problemas que enfrenta el cultivo del sorgo en Sinaloa, son la sequía, causada por la distribución errática de lluvias (de 450 a 600 mm, durante el periodo de julio a noviembre), así como el escaso uso de prácticas de conservación y aprovechamiento de la humedad (Hernández, Moreno, Loaiza y Reyes, 2010). Otro de los principales problemas en la producción de sorgo es el ataque de pájaros sus daños son de consideración tanto en el momento de la siembra como antes de la cosecha, reportándose perdidas en la producción de hasta un 80% (Casuso, Tarrago y Jiménez, 2016). Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar híbridos experimentales bajo condiciones controladas.

2. Materiales y métodos

El estudio se evaluó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, en el Campo Experimental Valle de Culiacán. El ensayo fue establecido durante la primera quincena de enero, se estableció bajo condiciones controladas (malla sombra y riego por goteo) se evaluaron los híbridos avanzados; A7X34, A8X10, A8X22, A8X60, A7X17, A8X57 y A4X34 y las variedades RB-Paloma, RB-Norteño, Perla-101, VCS-Diamante y Matinal utilizados como testigos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, la unidad experimental fue de 3 surcos de 5 metros de longitud y 0.80 m de ancho con una separación de 20 plantas por metro lineal. El manejo agronómico se realizó de acuerdo a lo recomendado en el paquete tecnológico del INIFAP. Se consideró como parcela útil el surco central con una longitud de 4 m para evaluar el rendimiento, se tomó la altura de planta de la base del suelo hasta el último grano de la panoja, se consideró la longitud de panoja dato que se obtuvo de la hoja bandera hasta el último grano. Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias (Tukey 0.05) con el programa SAS ver 9.0.

3. Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de la evaluación de siete híbridos y cinco variedades de sorgo evaluados en el 2018. Para la variable rendimiento de grano se puede

observar que los híbridos A7X34R y A8X10R son los que presentan los mayores rendimientos de grano 8.2 y 7.9 t ha⁻¹ respectivamente, superando en más de 1.5 t ha⁻¹ a las variedades Matinal, VCS-Diamante y Perla-101. El híbrido A8X10R y A4X34R son los que presentaron una mayor longitud de panoja 36.6 y 36.0 cm respectivamente, en contraste la variedad RB-Norteño fue la que presentó la menor longitud de panoja 21.6 cm. Sin embargo, esta variedad presenta un rendimiento de grano superior a la media general 7 t ha⁻¹ (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento de grano, altura de planta y longitud de panoja de siete híbridos avanzados y cinco variedades de sorgo, evaluados en ensayos de rendimiento en el ciclo 2018, en el Campo Experimental Valle de Culiacán bajo condiciones controladas

Genotipo	Rend (t/ha)	Altura de planta	Longitud de panoja (cm)
A7X34R	8.2248 ^{A†}	1.52 ^{B,D}	34.0 ^{A,D}
A8X10R	7.9714 ^B	1.66 ^{AB}	36.6 ^A
RB-Paloma	7.9412 ^{AB}	1.73 ^{AB}	24.0 ^{DE}
RB-Norteño	7.7411 ^{A,C}	1.36 ^{CD}	21.6 ^E
A8X22R	7.2232 ^{A,C}	1.53 ^{A,C}	33.6 ^{A,D}
A8X60R	7.1831 ^{A,C}	1.57 ^{A,C}	34.3 ^{A,D}
A7X17R	6.7737 ^{BC}	1.34 ^{CD}	31.3 ^{A,E}
A8X57R	6.7161 ^{BC}	1.58 ^{A,C}	35.3 ^{A,C}
Perla-101	6.7106 ^{BC}	1.74 ^{AB}	25.0 ^{C,E}
VCS-Diamante	6.5989 ^{BC}	1.57 ^{A,C}	25.6 ^{B,E}
A4X34R	6.5202 ^C	1.31 ^D	36.0 ^{AB}
Matinal	6.416 ^C	1.78 ^A	28.0 ^{A,E}
MEDIA	7.16	1.56	30.4
DMS (0.05)	1.38	0.24	10.6
CV	11.42	5.38	11.8

† Medias con letra iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

4. Conclusiones

El híbrido A7X34R presentó el mejor rendimiento de grano superior a las 8 t ha⁻¹ además de presentar valores por arriba de la media general en altura de planta y longitud de panoja. La variedad matinal fue una de la que presentó los valores más bajos en longitud de panoja 28 cm valor por debajo de la media general, por esta característica se le puede atribuir a que mostró el rendimiento más bajo 6.4 t ha⁻¹.

Referencias

1. Casuso, M. V., Tarrago, J. R. y Jiménez, J. O. 2016. Evaluación de daño por aves en cultivares de sorgo (*sorghum bicolor*) en las breñas, provincia del chaco. Revista FAVE-Ciencias agrarias 15 (1) 2016.
2. Hernández-Espinal, L. A.; Moreno, G. T.; Loaiza, M. A. y Reyes, J. J. E. 2010. Gavatero-203, nueva variedad de sorgo forrajero para el estado de Sinaloa. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 1:727-731. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000500013
3. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Anuario estadístico de la producción agrícola 2016 en México. El cultivo de sorgo. SAGARPA. URL: <http://www.siap.gob.mx>.

VCS-Diamante: Cultivar De Sorgo Blanco Para El Estado De Sinaloa

Tomas Moreno-Gallegos¹, Jesús A. López-Guzmán¹, Jesús M. Moreno-Hernández¹, Claudia M. Melgoza Villagómez², Luis A. Hernández Espinal³, Alfredo Loaiza-Meza¹, Noé Montes-García⁴, Víctor Pecina-Quintero⁵

¹Campo Experimental Valle de Culiacán-INIFAP. Carretera Culiacán-El Dorado, km 17.5. C. P. 80000, Culiacán. Sinaloa, México. moreno.tomas@inifap.gob.mx

²Sitio Experimental Valle de Santo Domingo-INIFAP. Carretera Transpeninsular Km. 208. Cd. Constitución, B. C. S., México

³Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. San Ángel. 3886. Mercado de Abastos, Fraccionamiento San Benito, Culiacán, Sinaloa, México. C. P. 80260

⁴Campo Experimental Río Bravo-INIFAP, Km. 61 Carretera Matamoros-Reynosa, Apdo. Postal 172. 88900, Río Bravo, Tamaulipas, México

⁵Campo Experimental Bajío-INIFAP. Km. 6.5 Carretera Celaya-San Miguel Allende. Apdo. Postal 112. 38110, Celaya, Guanajuato, México

Resumen

La nueva variedad de sorgo VCS Diamante fue desarrollado en el Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU) del INIFAP y registrada con el número SOG-282-231117 y título de obtentor número 1892, en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del SINCS de México. Esta variedad se adapta a las áreas productoras de sorgo para el estado de Sinaloa. VCS Diamante es una variedad de ciclo vegetativo intermedio, de grano crema o ámbar, se recomienda para condiciones de riego y temporal. El rendimiento promedio de la variedad es de 3 310 kg ha⁻¹ de grano y 27 105 kg ha⁻¹ de forraje verde, superior en promedio 15.40 y 25.47% respectivamente, al rendimiento de híbridos comerciales de compañías privadas, que se cultivan en la región bajo las mismas condiciones en temporal. VCS-Diamante tiene al igual que los híbridos comerciales aceptable calidad bromatológica en el forraje, con 6.21% de proteína y 78.66% de digestibilidad. Es tolerante a enfermedades que se presentan en la región, como son: ergot (*Claviceps africana*), antracnosis (*Colletotrichum graminicola*), tizón de la panoja (*Fusarium moniliforme*) y pudrición carbonosa del tallo (*Macrophomina phaseolina*), presenta tolerancia al pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari* Zebntner). VCS-Diamante presenta un tamaño de grano de 4.61, 4.35 y 2.8 mm, de largo, ancho y grosor, y una composición química de proteínas, lípidos, cenizas y carbohidratos de 14.95, 3.93, 2.04 y 79.08%, respectivamente; por lo que se propone a VCS-Diamante como una nueva variedad potencial para ser cultivada en el estado de Sinaloa.

Palabras Clave: *Sorghum bicolor*, forraje, grano, resistencia a enfermedades.

Abstract

The new VCS Diamante sorghum variety was developed in the Valle de Culiacan Experimental Field (CEVACU) of INIFAP and registered with the number SOG-282-231117 and breeder's title number 1892, in the National Catalog of Plant Varieties (CNVV) of the SINCS from Mexico. This variety is adapted to sorghum-producing areas for the state of Sinaloa. VCS Diamante is a variety of intermediate vegetative cycle, cream or amber, is recommended for irrigation and temporary conditions. The average yield of the variety is 3 310 kg ha⁻¹ of grain and 27 105 kg ha⁻¹ of green forage, superior on average 15.40 and 25.47% respectively, to the performance of commercial hybrids of private companies, which are grown in the region under the same conditions in temporary. VCS-Diamante has, like commercial hybrids, acceptable bromatological quality in forage, with 6.21% protein and 78.66% digestibility. It is tolerant to diseases that occur in the region, such as: ergot (*Claviceps africana*), anthracnose (*Colletotrichum graminicola*), blight of the panicle (*Fusarium moniliforme*) and carbonaceous rot of the stem (*Macrophomina phaseolina*), it has tolerance to the yellow aphid. Sorghum (*Melanaphis sacchari* Zehntner). VCS-Diamante has a grain size of 4.61, 4.35 and 2.8 mm, length, width and thickness, and a chemical composition of proteins, lipids, ashes and carbohydrates of 14.95, 3.93, 2.04 and 79.08%, respectively; for what is proposed to VCS-Diamante as a new potential variety to be cultivated in the state of Sinaloa.

Key words: *Sorghum bicolor*, grain, forage, disease resistance.

1. Introducción

El estado de Sinaloa ocupa el tercer lugar nacional en superficie sembrada de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), en 2017 fue de 109, 382 ha, más de 72% de esta superficie se cultiva bajo condiciones de temporal, que corresponde al ciclo primavera verano (SIAP, 2018). Entre los principales problemas que enfrenta el cultivo del sorgo en Sinaloa, son la sequía, causada por la distribución errática de lluvias, así como el escaso uso de prácticas de conservación y aprovechamiento de la humedad. Sin embargo, en el centro y sur de Sinaloa se siembran predominantemente híbridos comerciales bajo condiciones de temporal susceptibles a enfermedades y al acame de las plantas, imposibilitando la cosecha mecánica y la pérdida en el rendimiento de grano.

En los últimos años ha sido posible identificar nuevos genotipos con mayor tolerancia a enfermedades que los híbridos comerciales, la nueva variedad VCS-Diamante presenta mayor tolerancia a: ergot causada por *Claviceps africana*, antracnosis causada por *Colletotrichum graminicola*, tizón de la panoja causada por *Fusarium moniliforme* y pudrición carbonosa del tallo causada por *Macrophomina phaseolina* (Velázquez, Narro y torres, 2001; Williams-Alanís *et al.*, 2009). La variedad VCS Diamante presentó tolerancia (escala 2) en campo ante esta compleja variación de enfermedades, además de presentar mayor adaptación a condiciones adversas que los híbridos comerciales. En estudios realizados en Sinaloa, se reportó a VCS-Diamante como uno de los más tolerantes a *Macrophomina phaseolina*, considerándolo para la formación de progenitores e híbridos tolerantes a *M. phaseolina* (Moreno, Melgoza, Cuevas y Hernández, 2017), actualmente a VCS-Diamante se sigue evaluando su tolerancia al pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis sacchari*

Zehntner) donde ha presentado una cierta tolerancia a este áfido, considerado una de las principales plagas en el cultivo del sorgo, lo cual ha registrado pérdidas entre el 30 y 100% de los lotes comerciales debido a la severa infestación de pulgones (Maya y Rodríguez, 2014). El objetivo del programa de mejoramiento genético de sorgo del INIFAP en Culiacán es obtener nuevos materiales forrajeros con buena adaptación y producción de grano bajo condiciones de temporal y riego en el estado de Sinaloa.

2. Materiales y métodos

La variedad de sorgo VCS-Diamante se desarrolló en el programa de Mejoramiento Genético de Sorgo del Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU) del (INIFAP), la cual se obtuvo mediante recombinación genética y selección. El germoplasma que dio origen a esta variedad fue introducido durante 1986 al CEVACU, procedente del Instituto Internacional para el mejoramiento de Cultivos de los Trópicos Semi-Áridos (International Crops Research Institute for the SemiArid Tropics, ICRISAT), Hyderabad, India. Sus líneas progenitoras fueron una hembra androestéril y un restaurador masculino de la fertilidad, de genealogía ignota; a la cruce se le asignó la denominación M-16 (Mazatlan-16).

La selección del material segregante de la cruce M-16, se inició a partir de la generación F2, mediante el método de surco por panoja o pedigrí durante siete generaciones. De esta manera se obtuvo la línea uniforme avanzada que dio origen a " VCS-Diamante", cuyo pedigrí es: M16-1-M-1-1-2-2-M-M. Se encuentra registrada en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) con el número de registro definitivo SOG-282-231117 y título de obtentor número 1892.

3. Resultados y discusión

Durante el ciclo primavera-verano en condiciones de temporal o seco, la variedad VCS-Diamante se comporta como de ciclo vegetativo intermedio, con 63 a 67 días a la floración y 110 a 115 días a la cosecha, tiene una longitud de planta de 2.20 m, hojas de color verde claro, de textura media, sin antocianinas; presenta ocho entrenudos a madurez. Cuenta con espigas medianas (24 cm), compacta, con buena excursión (20 cm) y glumas sin antocianinas en floración; el grano es de color crema o ámbar, de forma circular y semiaplanada, con testa y endospermo cristalinos, y de textura media (Figura 1 y 2). Las características de longitud de planta, longitud de panoja y longitud de excursión de VCS Diamante, durante el ciclo otoño invierno, en condiciones de riego, tienden a tener valores más bajos que los que presenta en temporal.

En ensayos de rendimiento realizados en un período de seis años (1999 a 2005) durante el ciclo primavera-verano bajo temporal, VCS Diamante presentó rendimientos promedios de 3 310 kg ha⁻¹ de grano superior en 15.40% al promedio de tres testigos comerciales. Durante los ciclos primavera- verano 2006 a 2012, se evaluó la producción de forraje establecidos bajo temporal,



Figura 1. Planta de sorgo VCS-Diamante

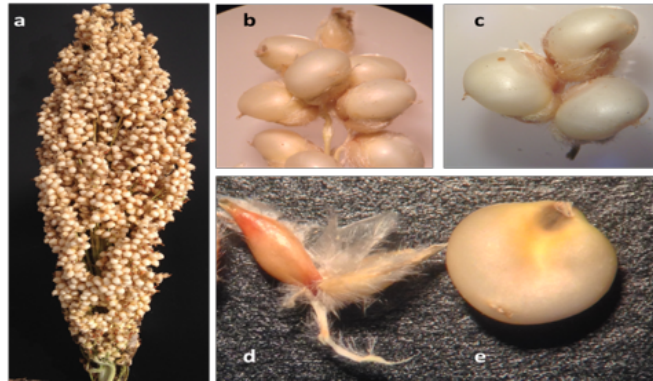


Figura 2. Panoja de sorgo VCS-Diamante. Panícula completa (a), espiga terminal (b), triada de espiguillas con semilla (c), glumas coriáceas (d) y cariopsis desnudo (e)

VCS Diamante presento rendimientos promedio de 27 105 kg ha⁻¹ de forraje verde, superior en 25.47% al promedio del testigo comercial.

La calidad bromatológica del forraje bajo riego, durante los ciclos otoño-invierno 2006 a 2012, fue de 78.66% de digestibilidad y 6.21% de proteína, superior en digestibilidad y en contenido de proteína al testigo comercial con 12.66 y 0.41%, respectivamente. El nivel de rendimiento y la calidad bromatológica de forraje ubica a la variedad VCS-Diamante como un material doble propósito, cuyo potencial puede ser destinado al ensilaje.

4. Conclusiones

La variedad VCS-Diamante es una buena alternativa para ser cultivada en el estado de Sinaloa, debido a que presenta características deseables de forraje y rendimiento de grano, por lo cual es una buena opción para los productores del estado.

Referencias

1. Maya-Hernández, V. y Rodríguez del Bosque, L.A. 2014. Pulgón amarillo: una nueva plaga del sorgo en Tamaulipas. Disponible en http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3806/PULGON_AMARILLO_MAYAH.pdf?sequence=1 Consultado el 10/08/2018.
2. Moreno, G. T., Melgoza-Villagómez, C. M., Cuevas-Reyes, V. y Hernández-Espinal, L. A. 2017. Evaluación de la susceptibilidad a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid en diferentes variedades e híbridos comerciales de sorgo en Sinaloa, México. *Revista Electrónica Nova Scientia* 9:186-199.
3. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. URL: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Consultado el 10/08/2018.
4. Velázquez, V. R.; Narro, S. J. y Torres, M. H. 2001. Diseminación inicial del cornezuelo (*Claviceps africana*) de sorgo en México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 19:100-103.
5. Williams-Alanís, H.; Pecina-Quintero, V.; Montes-García, N.; Palacios-Velarde, O.; Arcos-Cavazos, G. y Vidal-Martínez, V. A. 2009. Reacción de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] para grano a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. *Rev. Mex. Fitopatol.* 27:148-155.

Validación De Componentes Tecnológicos En El Cultivo De Mango En Baja California Sur

Navejas Jiménez Jesús¹, Navarro Ainsa Jose A. C.¹, Gutierrez Pérez Erasmo¹, Melgoza Villagómez Claudia M.¹, Loya Ramírez José G.², Mercado Mancera Gustavo³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, INIFAP

navejasjesus@hotmail.com

²Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS

³Departamento de Ciencias Agrícolas, FES-C, UNAM. Cuautitlán Izcalli, México

Resumen

Este trabajo se realizó con el objetivo de conocer los aspectos relevantes en la validación y la transferencia tecnológica a productores con vocación para la producción de mango en el estado de Baja California Sur. Se establecieron tres parcelas: una en el Sitio Experimental Valle de Santo Domingo del INIFAP, en el municipio de Comondú y otras dos en huertos comerciales en las comunidades de Santa Cruz y Miraflores, ambas en el municipio de Los Cabos. Se determinaron características del suelo y clima, y de materiales tardíos e intermedios. Los cultivares más comunes fueron Keitt, Osteen, Kent y Tommy Atkins, presentaron calidad de fruto, rendimiento y época oportuna para el mercado nacional y de exportación. La fertilización y el riego son otros componentes tecnológicos relevantes para incrementar la cosecha probable de mango.

Palabras Clave: Mango, validación, tecnología.

Abstract

This work was carried out with the objective to observe some relevant aspects of validation and technology transfer for producers with mango production vocation in Baja California Sur. Three plots were studied, one at INIFAP-Santo Domingo Valley experimental Station, and another two in commercial orchards located at the communities of Santa Cruz and Miraflores. In these orchards, cultivars and soil and climate characteristics were recorded. Results show that local and imported cultivars were used. The most common imported cultivars were: Keitt & Osteen, Kent and Tommy Atkins which show high yield, good fruit quality and a right harvest time for national and international market. Beside, this results indicated the producers need to determine appropriate mango fertilization and irrigation technics to increase the mango crop profitability.

Key words: Mango, validation, technology.

1. Introducción

El mango es originario de Asia tropical; es una de las cuatro frutas de mayor importancia en el mundo, con 2.1 millones de ha de cultivo y un rendimiento de 6.9 t ha⁻¹. La superficie en México es de 186.6 miles de ha, con una producción de 1.8 millones de toneladas; el 79% del

mango lo producen los estados de Guerrero, Sinaloa, Nayarit, Chiapas, Michoacán y Oaxaca. Baja California Sur aporta el 0.32% de la producción nacional, con una superficie de 845 ha y un rendimiento promedio de 7.1 t ha⁻¹ (Navejas, Navarro y Gutierrez, 2017). La generación de tecnología y el desarrollo de estrategias de transferencia para resolver situaciones que enfrenta la producción de mango, debe considerar una mayor eficiencia en el uso de los recursos disponibles y la difusión general del conocimiento científico y técnico, con la utilización precisa de una determinada tecnología en la estructura productiva (Aveldaño, 1999). Por lo anterior, se realizó el presente trabajo con el objetivo de difundir, validar y transferir la tecnología disponible a productores con vocación para la producción de mango. Destacar los cultivares por su rendimiento y calidad de fruto determinada por su peso, y acumulación de azúcares (grados brix) con potencial de mercado nacional concentrado en los meses de junio y julio y extranjero en los meses de agosto y septiembre y componentes tecnológicos como el riego y la fertilización acorde a las características edáficas y climáticas prevalecientes.

2. Materiales y métodos

El presente trabajo se inició en el año 2017 y se continuó en el año 2018, Se evaluaron aspectos productivos del mango en el estado de Baja California Sur, se establecieron tres parcelas, una en el Sitio Experimental Valle de Santo Domingo del INIFAP en Baja California Sur (Lote 18, Col. Guanajuato), localizado en las coordenadas geográficas LN 24.500 y LW 111.6833, a 47 msnm. Otras dos, en huertos comerciales de productores con vocación para la producción de mango, en las comunidades de Santa Cruz en las coordenadas geográficas LN 23.572467 y LW 109.622281 A 10 msnm y de Miraflores en las coordenadas LN 23.20282 y LW 109.47698, A 250 msnm, en el municipio de los Cabos B.C.S. Se determinaron con un muestreo inicial, las características del suelo y clima como: textura, Capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP), densidad aparente (Da), pH, conductividad eléctrica (CE), y porcentaje de materia orgánica (MO); asimismo, la temperatura máxima y temperatura mínima, media anual. La estrategia de investigación fue participativa con la cooperación de los mismos productores, se apoyó con la información de prácticas agrícolas y de mantenimiento cultural y sanitario llevada a cabo in situ. El análisis de la información y las comparaciones de respuesta a las condiciones agroclimáticas prevalecientes en las parcelas, y su impacto productivo, económico y eficiencia en el uso de insumos (riego y fertilización) validaron los aspectos tecnológicos en referencia. En cuatro cultivares de mango: Kent, Keitt, Osteen y Tommy Atkins, se realizaron diversas observaciones de las cuales se destacan, peso de fruto, acumulación de azúcares Brix a la madurez y rendimiento. Se contó con una parcela experimental con árboles de 20 años de edad, la parcela útil fue de un árbol establecido en un sistema de plantación de 8 x 4 m, con superficie de 32 m², Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y se realizó la comparación de medias aplicando la prueba de Tukey, mediante el uso del paquete estadístico Minitab v.14. En dos parcelas demostrativas, se tuvo al menos uno de los cultivares evaluados en INIFAP Santo Domingo, se manejó la fertilización orgánica, con 20 l ha⁻¹ de ácido orgánico y

fertilización química con 100-40-00 de NPK; para lo anterior se consideró el sistema de plantación y densidad de población. Se registraron datos fenológicos, como floración y cosecha. Se evaluaron datos de desarrollo y producción. La demanda de agua se estimó con registros de temperatura máxima, temperatura mínima, psicrómetro húmedo y seco, radiación solar y velocidad del viento, en una estación agroclimática automatizada, aplicando el modelo de Penman-Monteith sugerido por FAO (Ojeda, Sifuentes y De León, 2003).

3. Resultados

En el componente cultivares, se encontró que los materiales Osteen y Keitt, obtuvieron rendimientos mayores a 15 t ha⁻¹, lo cual combinado con la madurez tardía mostrada representa gran ventaja para el mercado de exportación y la competencia nacional. También con buen comportamiento en rendimiento se observaron los cultivares Kent y Tommy Atkins con 14.9 y 15.0 t ha⁻¹, respectivamente. En cuanto a calidad del fruto, se encontró diferencia significativa entre cultivares de mango ($p \leq 0.01$), los mejores resultados en calidad de fruto para oportunidad de mercado fueron: Keitt con 398 gramos en peso de fruto y 14.4 grados Brix a la madurez, Kent obtuvo mayor peso de fruto 692 gramos, sin embargo se debe considerar un mayor peso de hueso, alrededor de 34% más que Keitt con menor peso de hueso. También Osteen presentó buenas características de calidad, similares a Keitt pero con mayor concentración de azúcares 14.9 grados brix. Los cultivares con los frutos más dulces fueron Keitt y Tommy Atkins, con 14 grados Brix. Kent por su firmeza y un bajo nivel de azúcares alrededor de 8 grados brix, que presenta a la madurez fisiológica, puede lograr una mayor vida de anaquel con una cosecha temprana y oportuna. La etapa de floración inició similar en los cultivares, sin embargo, resultó más amplia en los cultivares Keitt y Osteen, mostrando ventajas en el cumplimiento de actividades agronómicas. La etapa de madurez se presentó de manera intermedia en los cultivares Kent, Osteen y Tommy Atkins, en los meses de agosto-septiembre, mientras que Keitt presentó la ventaja de comportarse como un cultivar tardío con madurez en octubre-noviembre. Los rendimientos fueron alrededor o superiores a 15 t ha⁻¹, para materiales intermedios y tardíos, en contraste a cultivares tempranos comercializados primeramente los cuales no superaron este nivel de rendimiento (Figura 1).

En las parcelas demostrativas, se logró conocer que la textura del suelo es ligera, con Da del suelo de 1.45 a 1.67 gr cm³, en los lotes de Santa Cruz y Miraflores, lo cual

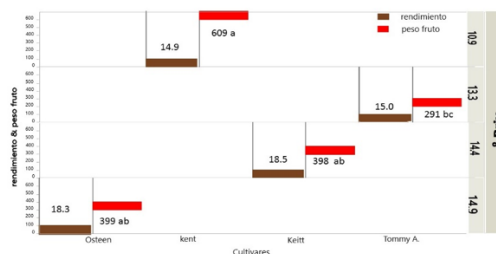


Figura 1. Rendimiento y características de cuatro cultivares de mango en la validación de su comportamiento en el estado de BCS. 2017-18. Tukey ($p \leq 0.01$) peso de fruto 243, grados brix 2.5

supone una condición de material depositado en la parte de arroyos, con cantidad de limo que mejora la estructura del suelo, sin embargo, el azolve puede deteriorar a las parcelas, por lo que necesita implementarse un programa sostenible de la fertilidad del suelo. La comparación productiva del mayor rendimiento observado 18.8 t ha⁻¹, mostró que el rendimiento medio del último lustro de 7.4 t ha⁻¹, significa una brecha potencial de 154% (Cuadro 2). El laboreo escaso o nulo y la aplicación de materia orgánica al suelo favorecen su estructura, con resistencia a la erosión eólica y facilidad para los cultivos a la humedad a menudo escasa. Sin embargo, las presiones económicas inducen a los agricultores a producir un cultivo particular de la manera más rentable posible, llevándolos a ignorar las prácticas sostenibles (FAO, 2002).

También en el Cuadro 2, se muestra niveles bajos de Materia orgánica, el pH medianamente alcalino y la conductividad eléctrica en condición ligeramente salina. Los suelos se caracterizan sin problema de salinidad, con niveles entre 0.10 y 0.36 dS m⁻¹, lo cual puede deberse a la calidad del agua y a los niveles dinámicos que prevalecen en los acuíferos subterráneos, actualmente en equilibrio. Estas características permitieron la validación del sistema de producción de mango, mejorar rutinas de trabajo en los componentes tecnológicos como fertilización balanceada (Xiuchong Guojian, Jianwu, Shaoying, y Lixian, 2002) y el riego con pronóstico en tiempo real para la demanda de agua (Ojeda *et al.*, 2003), y generar las innovaciones necesarias para tener la calidad del producto que demanda el mercado meta de mango en el estado de B.C.S.

Cuadro 2. Características edafoclimáticas en parcelas demostrativas de validación de componentes tecnológicos en en el cultivo de mango en B.C.S.

Módulo	R (t/ha)	Textura	CC (%)	PMP (%)	pH	Da (g/cm ³)	CE (ds/m)	MO (%)	Tmax (°C)	Tmin (°C)
INIFAP-Sto. Domingo	18.80	MRA	33.1	13.3	8.6	1.32	0.10	0.1	39	5
Lote Santa Cruz	5.00	AM	13.0	7.8	7.2	1.45	0.36	0.5	40	4
Lote Miraflores	14.47	AM	11.0	6.5	7.9	1.67	0.28	0.6	42	6

R= Rendimiento CC= Capacidad de campo, PMP= Punto de marchitez permanente, pH= potencial de hidrogeno, Da= densidad aparente, CE= Conductividad eléctrica, MO=Materia orgánica, T=temperatura, MRA=migajón arcillo arenoso AM=arena migajosa

4. Conclusiones

El cultivar Keitt presentó características de calidad de fruto, rendimiento y época oportuna para el mercado con comportamiento tardío. Los materiales Kent, Osteen y Tommy Atkins,

resultaron intermedios, los cuáles con mejoras en el manejo agronómico pueden atender la creciente demanda nacional y de exportación. Es necesario aplicar herramientas tecnológicas para la fertilización y el riego eficiente acorde a las características edafoclimáticas, para el fortalecimiento de la cadena del sistema producto mango en el estado de B.C.S.

Referencias

1. Aveldaño, S.R., Tapia, N.A., Espinosa, C.A. 1999. Generación y transferencia de tecnología en el INIFAP, para el desarrollo de la agricultura Mexicana. *Terra*. 17(3): 265-270.
2. Navejas, J. J., Navarro, A. J.A.C., Gutierrez, P. E. 2017. Recomendaciones de manejo agronómico para el cultivo de mango en Baja California Sur. Desplegable para productores No 51. INIFAP-SAGARPA. La Paz, B.C.S.
3. Ojeda, W., Sifuentes, I.E., De León, M.B. 2003. Sistema de pronóstico del riego en tiempo real. *Revista de la Universidad. UNAM*. 128-134 p.
4. Xiuchong, Z., Guojian, L., Jianwu, Y., Shaoying, A., Lixian, Y. 2002. Fertilización balanceada del mango: La experiencia de china. *Informaciones Agronómicas* 47: 1-4.

Efecto De Poblaciones De Planta En El Rendimiento Y Características De Grano En Garbanzo Bajo Riego Por Goteo

Ortega Murrieta Pedro F.¹, Fierros Leyva Gustavo A.¹, Padilla Valenzuela Isidoro², Acosta Gallegos Jorge A.³, Rodriguez Cota Franklin G.⁴, Fu Castillo Agustin A.¹, Gutierrez Pérez Erasmo⁵, Guerrero Aguilar Brenda Z.³, Martínez Díaz Gerardo¹

¹Campo Exp Costa de Hermosillo, Carr a Bahía de Kino Km 12.6, Col La Manga, Hermosillo, Sonora, ortega.pedro@inifap.gob.mx, ortegampedro@yahoo.com

²Campo Exp. Norman E. Bourlaug, Cd Obregón Sonora

³Campo Exp. Bajío, Celaya Guanajuato

⁴Campo Exp. Valle del Fuerte, Sinaloa

⁵Campo Exp. Todos Santos, La Paz B.C.S.

Resumen

El noroeste de México que comprende los estados de Sinaloa, Sonora y Baja California Sur, es el área productora de garbanzo blanco más importante de México, y que ha posicionado al garbanzo en el mercado mundial. Se produce garbanzo de tamaño de grano grande y blanco, el cual es preferido por el mercado internacional. Con el objetivo de conocer el efecto de poblaciones de plantas por hectárea en la productividad de garbanzo se evaluaron, en sistema de riego por goteo en camas a 1.8 m de separación con dos hileras de plantas, seis poblaciones de planta (66,000, 89,000, 111,000, 133,000, 155,000 y 178,000 plantas ha⁻¹). Se usó diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, con la variedad Blanoro. Hubo alta significancia estadística ($P \geq 0.99$) en el rendimiento de grano de origen y de exportación entre las poblaciones evaluadas, y el mas alto rendimiento se obtuvo con los tratamientos de 89,000 a 178,000 plantas ha⁻¹, y rindieron desde 2,254 a 2,550 kg ha⁻¹, comparado con la población mas baja que fue de 66,000 que rindió 1,668 kg ha⁻¹. No hubo efecto de las poblaciones de planta en el tamaño de la semilla ni en el porcentaje de grano de exportación obtenido.

Palabras Clave: rendimiento exportable, riego por goteo, tamaño de grano.

Abstract

The Northwest area of México (Sinaloa, Sonora and Baja California Sur) is the most important chickpea producing area of Mexico, and it has positioned the large-seeded, white chickpea in the international market. In order to determine the effect of plant populations on chickpea productivity, were evaluated six plant populations (66,000, 89,000, 111,000, 133,000, 155,000 and 178,000 plants ha⁻¹) in a randomized block design with four replications. This experiment was established in drip irrigation system using raised beds 1.8 m apart with 2-rows planting method. Exportable yield results indicate highly statistical differences among plant population treatments. The highest gain yield was obtained with treatments from 89,000 to 178,000 plants ha⁻¹. The

lowest plant population (66,000 plants ha⁻¹) produced the lowest gain yield. Seed size and percentage of exportable yield were not affected by plant populations.

Key words: exportable yield, dip irrigation, seed size.

1. Introducción

México figura entre los países productores y exportadores de garbanzo blanco más importantes del mundo debido a que produce el garbanzo de tamaño de grano más grande y blanco el cual es preferido por el mercado internacional. El garbanzo blanco es un cultivo adaptado a las condiciones agroecológicas del noroeste de México; la superficie de siembra promedio cosechada en el noroeste de México en los últimos cinco años (2014-2018) fue de 85,020 ha, con rendimiento promedio de 1.704 t ha⁻¹, y con una producción de 152,004 toneladas anuales con un valor de la producción de aproximadamente 2,462 millones de pesos (SIAP, 2018). Durante el año 2018, la superficie de siembra y la producción de grano obtenida fue récord, ya que se registraron 166,436 ha cosechadas con una producción total de 301,050 toneladas, debido al alto precio de este cultivo en el ciclo anterior. El garbanzo es una fuente de alto contenido de proteína, y su uso principal es para alimento humano. Dentro de las limitantes agronómicas de la producción del garbanzo en el noroeste de México están las enfermedades foliares y de la raíz, destacando las pudriciones de raíz causadas por varias especies de hongos del suelo (Saxena, 1984). Dentro de los factores agronómicos de manejo del cultivo que afectan los rendimientos de grano, se tienen el adecuado manejo del agua de riego, el balance nutrimental y el adecuado uso de poblaciones de plantas por hectárea, entre otros (Morales, Ortega, Castillo y Montoya, 2004) El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de poblaciones de plantas por hectárea en sistema de goteo sobre el rendimiento y características del grano.

2. Materiales y métodos

Se realizó una evaluación de seis poblaciones de plantas (66,000, 89,000, 111,000, 133,000, 155,000 y 178,000 plantas por hectárea), que corresponde en forma respectiva a 4, 6, 8, 10, 12 y 14 plantas por metro m lineal en la variedad Blanoro, sembrada en el ciclo otoño invierno 2017-2018, en sistema de riego por goteo. La siembra se realizó en camas planas a 1.80 m con dos hileras de siembra separadas a 0.60 m. Se usó diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se aplicaron los riegos considerando el uso consuntivo del cultivo. La parcela experimental fue de 18 m² y parcela útil de 8 m². Se obtuvo el rendimiento de campo, la muestra se pasó por una malla de 9 mm de diámetro para calcular el rendimiento exportable y porcentaje de exportación, se midió también el calibre del grano (número de granos en 30 g) y peso de 100 semillas. Los resultados se analizaron utilizando el paquete estadístico JMP de SAS®.

3. Resultados y discusión

El rendimiento de grano de garbanzo es afectado por las poblaciones de planta (Keyvan, Kobraee and Rasekhi, 2011). Los resultados de rendimiento de origen y rendimiento de exportación presentaron diferencia altamente significativa ($p>0.99$) entre las poblaciones de planta evaluadas. Las poblaciones de planta desde 89,000 a 178,000 plantas por hectárea fueron iguales estadísticamente en rendimiento de origen y de exportación y coincide con Gan *et al.*, (2003), donde el incremento de poblaciones de planta produce más altos rendimientos de grano. Solo el tratamiento de 66,000 plantas por hectárea fue estadísticamente inferior a estos tratamientos (Cuadro 1).

En cuanto al porcentaje de grano de calidad exportación (porcentaje de exportación), no hubo diferencia estadística entre los tratamientos evaluados (Cuadro1).

No hubo diferencia estadística significativa en el calibre de grano que se expresa como el número de granos en 30 g, ni en el peso de 100 semillas en los tratamientos de poblaciones de planta (Cuadro 2). Esta variable no es afectada por las densidades de población de plantas.

Cuadro 1. Rendimiento de origen, rendimiento de exportación y porcentaje de exportación de garbanzo blanco en diferentes poblaciones de planta por hectárea

Plantas/ha ('000)	Rendimiento de origen† (kg/ha)		Rendimiento de exportación† (kg/ha)		Porcentaje de exportación†
155,000	2,550	a	2,286	a	89
178,000	2,453	a	2,199	a	90
111,000	2,379	a	2,180	a	92
89,000	2,233	a	2,055	ab	92
133,000	2,254	a	2,046	ab	90
66,000	1,826	b	1,668	b	92
Significancia estadística‡	**	**	ns		

†Valores con la misma letra dentro de la columna son estadísticamente iguales, Tukey (0.05).

‡Significancia estadística, ** altamente significativa ($P\geq 0.99$); n.s., no significativo.

Cuadro 2. Calibre de grano y peso de 100 semillas bajo tratamientos de poblaciones de plantas en garbanzo blanco

Plantas/ha ('000)	Calibre de grano† (N° semillas 30gr ⁻¹)	Peso de 100 semillas† (g)
155,000	46	64.7
178,000	46	65.7
111,000	46	65.7
89,000	46	65.2
133,000	46	65.7
66,000	47	64.5
Significancia estadística‡	ns	ns

‡Significancia estadística, ns, no significativo.

4. Conclusiones

Bajo el sistema de riego por goteo con camas a 1.8 m, con siembra en doble hilera y usando la variedad Blanoro, los mejores rendimientos de grano de calidad exportación estuvieron entre 89,000 a 178,000 plantas ha⁻¹, que rindieron 2,180 a 2,286 kg ha⁻¹. El decremento del rendimiento de grano de calidad exportación en la población mas baja utilizada, y con respecto a los tratamientos con rendimiento de grano alto fue de de 554 kg/ha.

Referencias

1. Gan, Y.T., Miller, P.R., McConkey, B.G., Zentner, R.P., Liu, P.H. and McDonald, C.L. 2003. Optimum plant population density for chickpea and dry pea in a semiarid environment. *Can. J. Plant Sci.* 83:1-9.
2. Keyvan Sh. S. Kobraee and B. Rasekhi. 2011. The effects of different planting densities on seed yield and quantitative traits of rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 6(3), pp. 655-659, DOI: 10.5897/AJAR10.566.
3. Morales G., J.A., P.F. Ortega M., N. Castillo T. y L. Montoya C. 2004. Siembra y cosecha. *In. El cultivo del garbanzo blanco en Sonora.* L. J. Duron N., J.A. Morales G., P.F. Ortega M y L.A. Maldonado N. eds. Campo Exp. Costa de Hermosillo. INIFAP. Libro Técnico No. 6. p.65-76.
4. Saxena, N.P. 1984. Chickpeas. *In. The Physiology of Tropical Field Crops.* P. R. Goldsworthy and N.M. Fisher eds. John Wiley and Sons Ltd. New York, N.Y. U.S.A. p. 419-451.
5. SIAP. 2018. Consulta en línea, 28 de agosto 2018. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado>

Validación Del Manejo De Fertilizantes Para La Obtención De Trigo Con Alto Contenido En Proteína En El Valle Del Yaqui, Sonora

Ortiz Avalos Alma Angélica, Cortés Jiménez Juan Manuel, Zazueta Encinas Gerardo

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12, A.P. 155, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. (0155) 38718700 Ext. 81224 ortiz.alma@inifap.gob.mx

Resumen

El estudio tuvo como objetivo la validación del manejo de fertilizantes para la obtención de trigo con alto contenido de proteína en el sur de Sonora. Se realizó un análisis de suelo previo al cultivo. Se recomendó una fertilización de 245 unidades de nitrógeno y 40 de fósforo para un rendimiento de trigo de 8 t ha⁻¹. Se recomendó aplicar el total de fósforo en la presiembra o al momento de la siembra y el nitrógeno fraccionando entre estas etapas y los riegos de auxilio. Se llevó a cabo un análisis foliar a los 45 días después de la siembra, el cual indicó suficiencia de fósforo y aplicación de 100 unidades de nitrógeno, esto para asegurar un rendimiento de 8.0 t ha⁻¹. Sin embargo, para obtener alta proteína se recomendó 80 unidades más de nitrógeno fraccionado en 70, 50 y 40 unidades en el primer, segundo y tercer riego de auxilio. Con una fertilización total de 100 kg ha⁻¹ de Micro Essentials^R y 325 unidades de nitrógeno en forma de amoníaco, se obtuvo un valor de 12.9% de proteína al 12% de humedad y un rendimiento de grano de 8.1 t ha⁻¹ a una humedad del 12%. Se concluyó que se logró validar el manejo de fertilizantes para la obtención de trigo con alto contenido de proteína y alto rendimiento.

Palabras Clave: Fertilización fraccionada, proteína, rendimiento.

Abstract

The objective of this study was to validate the management of fertilizers for obtaining wheat with high protein content in southern Sonora. A soil analysis was carried out prior to the cultivation. A fertilization of 245 units of nitrogen and 40 of phosphorus was recommended for a wheat yield of 8 t ha⁻¹. It was recommended to apply the total phosphorus in the pre-sowing or at the time of sowing and the nitrogen fractionating between these stages and the irrigation of relief. A foliar analysis was carried out 45 days after sowing, which indicated phosphorus sufficiency and application of 100 units of nitrogen, this to ensure a yield of 8.0 t ha⁻¹. However, to obtain high protein, 80 more units of fractionated nitrogen were recommended in 70, 50 and 40 units in the first, second and third irrigation of relief. With a total fertilization of 100 kg ha⁻¹ of Micro Essentials^R and 325 units of nitrogen in the form of ammonia, a value of 12.9% of protein at 12% humidity and a grain yield of 8.100 t ha⁻¹ at a 12% humidity. It was concluded that it was possible to validate the management of fertilizers for obtaining wheat with high protein content and high yield.

Key words: Fractional fertilization, protein, yield.

1. Introducción

La validación se presenta como el paso de investigación fundamental antes de que las tecnologías se promuevan y transfieren en una escala masiva; la validación de tecnología es como una metodología de investigación necesaria y previa a la extensión o transferencia de tecnología, que representa un proceso de entendimiento cuya correcta aplicación proporciona la información indispensable para llevar a cabo un trabajo de extensión más eficiente. En breve, la validación de tecnologías agrícolas es la evaluación biofísica y socioeconómica de los beneficios potenciales, la adoptabilidad y la transferibilidad de innovaciones tecnológicas promisorias, la cual se realiza en un contexto real con manejo directo de los productores con mínima injerencia de los investigadores. La necesidad de validar innovaciones tecnológicas antes de difundirlas estriba fundamentalmente en las grandes diferencias que existen entre los sistemas de producción de los pequeños productores y el modelo clásico de investigación en estación experimental o incluso de la investigación en campo cuando es conducida directamente por investigadores. La transferibilidad de los resultados de investigación es incierta cuando no es realizada en las condiciones de los usuarios potenciales (Radulovich y Karremans, 1993).

En el CENEB-INIFAP cada ciclo agrícola se realiza acciones de validación de tecnologías en lotes de agricultores cooperantes, con el fin de validar resultados de investigación obtenidos en parcelas dentro del Campo Experimental. Las validaciones se realizan incluso en diferente tipo de suelo y con características físico-químicas distintas a las del Campo Experimental. La validación del manejo de fertilizantes para la obtención de trigo con alto contenido de proteína, son acciones que se han venido desarrollando desde hace algunas décadas; dosis, fuente, época y el método de aplicación del fertilizante, juegan un papel muy importante en el manejo eficiente de estos insumos. Por lo general, dosis más altas son menos eficientes que dosis más pequeñas; la aplicación en banda es mejor que la fertilización al "voleo"; la fertilización fraccionada mejor que la aplicación total; y manejadas adecuadamente, no se han encontrado diferencias significativas entre fuentes de nitrógeno (Cortés *et al.*, 1994).

Para definir la dosis total por aplicar, se debe tomar en cuenta además del nitrógeno disponible en el suelo, el requerimiento interno del cultivo para lograr los estándares de calidad que demanda la industria, y el sobreprecio correspondiente que se pueda obtener (Cortés, Uvalle y Limón, 1994). La primera propuesta para obtener trigo de calidad, sin incrementar costos y sin sacrificar producción, consiste en mantener la dosis de nitrógeno que tradicionalmente se ha venido aplicando en la fertilización, es decir, que en lugar de aplicar el 60-80% de la dosis total en presiembra, dicha cantidad se aplique entre inicio de encañe y espigamiento. Los resultados de validación, han confirmado que a medida que se incrementa la dosis de nitrógeno entre estas dos etapas, el porcentaje de proteína en el grano tiende a incrementarse significativamente (Cortés, Uvalle y Ortiz, 1999). En otro estudio, al aplicar 0, 125 y 250 kg ha⁻¹ de nitrógeno en encañe, se reportó un rendimiento de 3.05, 5.48 y 6.29 t ha⁻¹, con un respectivo contenido de proteína de 8.37, 11.34 y 12.41%; las mismas dosis nitrógeno aplicadas en espigamiento reportaron un rendimiento de 2.08, 2.87 y 2.98 t ha⁻¹ y un contenido de proteína de 7.92, 12.13 y 13.19%

(Cortés, 2008). Este mismo autor evaluó la aplicación de 0, 100 y 200 kg ha⁻¹ de fósforo en forma de fosfato monoamónico, el contenido de proteína resultó igual en las tres dosis. En el ciclo 2016/2017 se logró contactar a agricultores con producción de trigo con alta proteína, sin embargo, aunque repiten la dosis de fertilización y llevan a cabo las mismas labores en el predio no todas las entregas de trigo al centro de acopio reportan alta proteína. El estudio tuvo como objetivo validación de la fertilización nitrogenada para la obtención de trigo con alto contenido de proteína en el sur de Sonora.

2. Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en un lote perteneciente a la localidad de Benito Juárez, Sonora, el cual es una parcela de seguimiento del proyecto “Manejo de la fertilización para la obtención de trigo con alto contenido de proteína en el sur de Sonora”, este proyecto ha sido financiado con recursos fiscales en los años 2017 y 2018. En el ciclo O-I 2016-2017, en esta parcela se obtuvo trigo con alto contenido de proteína, en ese mismo ciclo se aplicaron 10 t ha⁻¹ de gallinaza aparte de la fertilización química. Como seguimiento al proyecto, en octubre de 2017, se tomó una muestra de suelo compuesta por 5 sub-muestras a 0-30 cm de profundidad, la cual fue trasladada al Laboratorio de Suelos y Nutrición Vegetal del Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP para el análisis físico-químico de la misma y obtener recomendación de la fertilización a utilizar en el cultivo de trigo para el ciclo 2017/2018.

El cultivo de trigo se estableció dentro de la primera semana del mes de diciembre de 2017, se sembró la variedad de trigo comercial CIRNO C2008 en tres hileras. El manejo del cultivo se realizó de acuerdo a las recomendaciones de INIFAP de los últimos ciclos para la región y se fertilizó de acuerdo a los resultados del análisis de suelo. Se llevaron a cabo tres riegos de auxilio. A los 45 días después de la siembra se realizó un análisis foliar para corregir posibles deficiencias en la fertilización, la muestra fue trasladada al mismo laboratorio que la muestra de suelo. Se lavó, y se procedió a secar en estufa a una temperatura de 65°C hasta peso constante; en planta completa se determinó fósforo total y en la base del tallo el contenido de nitrógeno en forma de nitratos. Los datos de rendimiento y proteína se tomaron del promedio de las boletas que el centro de acopio entregó al productor.

3. Resultados y discusión

El análisis de suelo no reportó problemas de salinidad, sodicidad ni compactación, los valores de estas variables fueron 1.17 dS m⁻¹, 2.61% y 8.39 cm h⁻¹, por su contenido de arena 42%, limo 18% y arcilla 40% el suelo se clasificó como franco arcilloso. El nivel de materia orgánica 1.34% se clasificó como bajo, por su pH se clasificó como medianamente alcalino con un valor de 7.75 medido en cloruro de calcio, todo bajo la clasificación de la NOM-021-RECNAT-2000, Norma Oficial Mexicana, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudios, muestreo y análisis (DOF, 2002).

Respecto a nitrógeno y fósforo que son los elementos más deficientes en los suelos del Valle del Yaqui, se reportó una disponibilidad de 76 kg ha⁻¹ nitrógeno nítrico y 28.1 ppm de fósforo asimilable Bray P1. Con estos valores, se recomendó la aplicación de 245 unidades de nitrógeno y 40 de fósforo, para un rendimiento de 8.0 t ha⁻¹. El fósforo se recomendó aplicarlo todo en presiembra o al momento de la siembra. En cuanto al nitrógeno, de este elemento se recomendó aplicar un tercio del total en presiembra o a la siembra y lo demás fraccionarlo en los riegos de auxilio, ya que la aplicación fraccionada de nitrógeno hasta la etapa de espigamiento, es muy importante para incrementar la proteína y evitar problemas de panza blanca en el grano (Cortés *et al.*, 2011). Se recomendó únicamente la dosis y no la fuente del fertilizante, ya que estudios previos de investigación y transferencia de tecnología desarrollados en el valle del Yaqui, indican que cuando los fertilizantes son utilizados eficientemente, no existen diferencias significativas en el rendimiento de trigo al utilizar las fuentes de nitrógeno disponibles en el mercado (Cortés *et al.*, 2011).

El análisis foliar realizado a los 45 días después de la siembra reportó un contenido de fósforo en planta completa de trigo de 0.279%, esta cantidad de fósforo se consideró suficiente para la etapa del desarrollo del cultivo. El contenido de nitrógeno en forma de nitratos en la base del tallo fue de 6,289 ppm, para un rendimiento de 8.0 t ha⁻¹ se recomendó una dosis de 100 unidades de nitrógeno fraccionado en los tres riegos de auxilio. Sin embargo, esas unidades son únicamente para rendimiento y no para proteína, por lo cual se le sugirió una cantidad adicional de 80 unidades de nitrógeno para asegurar además de alto rendimiento, alto contenido de proteína. En el primer, segundo y tercer riego de auxilio se aplicaron 70, 50 y 40 unidades de nitrógeno en forma de amoníaco respectivamente.

Con una fertilización total de 100 kg ha⁻¹ de Micro Essentials[®] y 325 unidades de nitrógeno en forma de amoníaco, el rendimiento de trigo al 12% de humedad, en esta parcela de seguimiento fue de 8.100 t ha⁻¹, cuando la media regional en el ciclo 2017/2018 fue de 6.35 t ha⁻¹ (SIAP, 2018), con un porcentaje de proteína también al 12% de humedad del 12.90% y de 14.65% en base seca. La empresa que proporcionó los datos de alto contenido de proteína, emite un premio por proteína a partir de un valor de 11.5%; el cual paga a 7 dólares por tonelada. El valor máximo que paga son 30 dólares a trigos con un valor de proteína igual o mayor a 14% (Cuadro 1).

La disponibilidad de nitrógeno es el factor simple que más impacta sobre el contenido de proteína del grano (Ottman y Doerge, 1994). Esto último, se explica en función de que el nitrógeno es un componente esencial de los aminoácidos, los cuales constituyen la estructura primaria de la molécula de proteína (Kent, 1983). En la actualidad, está plenamente aceptado que la síntesis de proteínas depende de un suministro adecuado de nitrógeno (Linguist, Cassman, Fulton y Jackson, 1992; Mengel y Kirkby, 1984; Cox, Qualset y Rains, 1985; Ottman y Doerge, 1994). Según Kent, 1983, menciona que, para fines de calidad, el nitrógeno absorbido después del espigamiento promueve un incremento en el nivel de proteína del grano, mientras que el

nitrógeno absorbido en las etapas tempranas de crecimiento impacta principalmente en la producción.

Cuadro 1. Premio por proteína en dólares proporcionado por una empresa de la localidad. Ciclo O-I, 2016-2017

Rango de proteína	Premio en dólares
11.50 - 11.69	7.0
11.70 - 11.89	10.0
11.90 - 12.09	13.0
12.10 - 12.99	16.0
13.00 - 13.49	19.0
13.50 - 13.99	25.0
14.00 en Adelante	30.0

4. Conclusiones

Para efecto de esta evaluación, se concluye que el uso fraccionado del fertilizante nitrogenado permite la obtención de alta proteína en el cultivo de trigo.

Referencias

1. Cortés, J.J.M., Fuentes, D.G., Ortiz, E.J.E., Tamayo, E.L.M., Cortez, M.E., Ortiz, A.A.A., Félix, V.P., y Armenta, C.I. 2011. Agronomía del trigo en el sur de Sonora. Libro Técnico No. 6. Centro de Investigación Regional del Noroeste-CENEB-INIFAP. Noviembre de 2011. Cd. Obregón, Sonora. 238 p.
2. Cortés, J.J.M. 2008. Uso del Nitrógeno para incrementar la calidad y reducir el problema de panza blanca en trigo. Memoria del Día del Agricultor 2008. Publicación Especial No. 15. Centro de Investigación Regional del Noroeste- INIFAP-CEVY. Abril del 2008. Cd. Obregón, Sonora, México. p 15-16.
3. Cortés, J.J.M., Uvalle, B.J.X. y Limón, J.F. 1994. Dosis, época, fuente y método de fertilización nitrogenada en maíz Ciano H-431 en un suelo de barrial compactado bajo un sistema de labranza convencional. Informe técnico. CEVY-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora.
4. Cortés, J.J.M., Uvalle, B.J.X. y Ortiz, M.J.I. 1999. Avances en tecnología de fertilización para producir trigo con alta proteína. Memoria Día del Agricultor 1999. Publicación Especial No. 6. Centro de Investigación Regional del Noroeste-INIFAP. Campo Experimental Valle del Yaqui. Abril 1999. Cd. Obregón, Sonora, México. p 14-17.
5. Cortés, J.J.M., Uvalle, B.J.X. y Limón, J.F. 1994. Dosis, época, fuente y método de fertilización nitrogenada en maíz Ciano H-431 en un suelo de barrial compactado bajo un sistema de labranza convencional. Informe técnico. CEVY-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora.
6. Diario Oficial de la Federación (DOF). 2002. Norma oficial mexicana, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. NOM-021-RECNAT-2000. 67 p.
7. Kent, N.L. 1983. Technology of cereals. Third ed. Pergamon Press. Oxford, England.
8. Linqvist, B.A., Cassman, K.G., Fulton, A.E. y Jackson, L.F. 1992. Late-season nitrogen may be efficient way to increase winter wheat protein. California Agriculture. Vol.46:2:13-16.

9. Mengel, K. y Kirkby, E.A. 1984. Principles of plant nutrition. International Potash Institute. Bern, Switzerland. 655 p.
10. Ottman, M.J. y Doerge, T.A. 1994. Durum quality is related to water and nitrogen management. In: Forage and grain. A College of Agriculture Report. Cooperative Extension Agricultural Experiment Station. The University of Arizona, Tucson. U.S. Department of Agriculture.
11. Radulovich, R. y Karremans, J.A.J. 1993. Validación de tecnologías en sistemas agrícolas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. Serie técnica. Informe técnico No, 212. 103 p.
12. SIAP, 2018. Producción agrícola. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Consultado Agosto 08, 2018.

Probadores De Líneas Haploide Duplicados De *Zea Mays* Blanco En El Norte De Sinaloa

Peinado Fuentes Luis Alberto¹, Cubedo Ruíz Edgar Adalberto², Preciado, Ortiz Ricardo³, Llaven Valencia Genny¹

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

¹Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF). peinado.luis@inifap.gob.mx

²Norman E. Borlaug (CENEB)

³Del Bajío (CEBAJ)

Resumen

Actualmente a través de la duplicación haploide de maíz (HD) es posible generar líneas altamente homocigotas en muy corto plazo. Por ello, es importante conocer la acción génica que controla al carácter de productividad en el maíz determinando la aptitud combinatoria general (ACG), específica (ACE) y el porcentaje heterosis (%H), que manifiestan las líneas o progenitores al ser cruzadas a través de probadores. El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Valle del Fuerte del INIFAP durante el ciclo OI 2017 – 2018. El objetivo fue la estimación de la ACG y ACE mediante el diseño II de Carolina del Norte, el %H se determinó al promedio de los progenitores en rendimiento de grano (RG) de 33 cruzas experimentales bajo un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones. Para la ACG las líneas PBN11 y PBN32, presentaron efectos positivos más significativos. En la ACE, la cruza PBN11xPBN183 obtuvo un valor de 955 y el mayor RG (12,136.00 kg ha^{-1}), finalmente, el % H supero el 20% en todas las cruzas evaluadas.

Palabras Clave: Probadores, Haploide Duplicado, Rendimiento.

Abstract

Currently, through haploid duplication (HD) it is possible to generate highly homozygous lines in a very short time. Therefore, it is important to know the gene action that controls the character of productivity in corn by determine the general combinatorial aptitude (GCA), specific (GCE) and the percent of heterosis (%H), that show the lines or progenitors when being crossed through testers. This work it worked in the Valle del Fuerte Experimental Field of INIFAP during the OI cycle 2017 - 2018. The objective was the estimation of the ACG and ACE through the design II of North Carolina, the %H was determined at the average of the grain yield (RG), progenitors of 33 experimental crosses under a randomized block design with 4 replicates. For the GCA, the PBN11 and PBN32 lines presented positive more effects that are significant. In the GCE, the cross PBN11xPBN183 obtained a value of 955 and the highest GY (12,136.00 kg ha^{-1}), finally, the % H exceeded 20% in all crosses evaluated.

Key words: Testers, Duplicate Haploide, Performance.

1. Introducción

Actualmente a través de la duplicación haploide es posible generar líneas altamente homocigotas en muy corto plazo. (Prasanna *et al.*, 2013). No obstante, la utilidad de una línea está determinada por su contribución genética a la progenie híbrida y no por su potencial productivo *per-se* (Preciado *et al.*, 2005). Por tanto, es importante conocer la acción génica que controla al carácter de productividad en el maíz (Lobato *et al.*, 2010). Una forma de hacer esto es por medio de la aptitud combinatoria que manifiestan las líneas o progenitores al ser cruzadas a través de un procedimiento conocido como cruza de prueba o Línea por Probador (Singh y Chaudhary, 1976). Los objetivos del procedimiento mencionado son principalmente la estimación de la habilidad combinatoria (general y específica) de las líneas puras para el desarrollo de híbridos (Lobato *et al.*, 2010), la identificación de patrones heteróticos de nuevas líneas endogámicas por medio de la aptitud combinatoria específica y el rendimiento y la estimación de heterosis (Fan *et al.*, 2009). Recientemente en el INIFAP, Valle del Fuerte (INIFAP-CEVAF) se ha generado líneas homocigotas mediante la tecnología “Haploide Duplicados” (HD) a partir de dos poblaciones de maíz blanco. Del total de líneas HD obtenidas al momento, se seleccionaron tres progenitores como machos probadores y se cruzaron con un set de 11 líneas en un esquema de cruza línea por probador. El objetivo, estimar los efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE), así como el porcentaje de heterosis respecto al promedio de los progenitores identificando a las mejores combinaciones híbridas para el norte del estado de Sinaloa en el ciclo otoño invierno 2017 – 2018.

2. Materiales y métodos

El trabajo fue realizado en el INIFAP, Valle del Fuerte, en el estado de Sinaloa. Se realizaron 33 cruza simples entre tres líneas machos (probadores) y 11 líneas hembras en el ciclo 2016 mediante polinización controlada y durante el ciclo otoño-invierno de 2017-2018 se llevó a cabo la evaluación de las F1. El material genético fueron líneas HD obtenidas a partir de dos poblaciones blancas de maíz, la blanca del noroeste (PBN) y la blanca del Bajío (PBB) (Cuadro 1). Las cruza fueron evaluadas bajo un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones. Cada parcela experimental fue de 5 m de largo y 0.8 m de ancho, con 7-8 plantas por metro, el manejo agronómico se llevó con base a la Guía técnica de producción de maíz para el norte de Sinaloa del INIFAP. Al final del ciclo del cultivo se estimó el rendimiento de cada cruza con una humedad en el grano del 14% y se llevó a cabo el análisis genético con el diseño II de apareamiento de Carolina del Norte (Comstock y Robinson, 1948), cuyo modelo es:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + H_j + MH_{ij} + \epsilon_{ij}K$$

Donde $i = 1, 2, \dots, M$ (machos); $j = 1, 2, \dots, H$ (hembras); $k = 1, 2, \dots, r$ (repetición); Y_{ij} = observación del rendimiento de las cruza entre el i -ésimo macho y la j -ésima hembra en la

k-ésima repetición; μ = media general de la observación; M_i y H_j = efecto sobre las observaciones de las variables del i-ésimo macho y la j-ésima hembra; MH_{ij} =Efecto de la interacción del i-ésimo macho con la j-ésima hembra y ϵ_{ijk} = error experimental.

La estimación de los efectos de ACG para los machos y hembras, y de ACE para las cruzas, se hizo según la propuesta de Sprague y Tatum (1942):

$$g_i = \bar{Y}_{.i} - \bar{Y} \quad g_j = \bar{Y}_{.j} - \bar{Y} \quad S_{ij} = Y_{ij} - g_i - g_j - \bar{Y}$$

Donde g_i , g_j y S_{ij} son los efectos de ACG y ACE, respectivamente para los i-machos, las j-hembras y sus i y j cruzas, $\bar{Y}_{.i}$ y $\bar{Y}_{.j}$ son las medias de los machos y las hembras, Y_{ij} es el valor de la cruza i*j y \bar{Y} es la media de las i * j cruzas.

Cuadro 1. Muestra la genealogía de las líneas progenitoras

Machos (probadores)	Hembras
PBB178, PBB183, PBN186	PBN11; PBN23; PBN26; PBN29; PBN32; PBN23; PBN47; PBN54; PBN56; PBN8; PBN84

3. Resultados y discusión

Se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) en todas las fuentes de variación en el análisis de varianza derivado del diseño II de Carolina del Norte para el rendimiento de grano (Cuadro 2). Las diferencias se atribuyen a la diversidad genética de los genotipos evaluados. Dicha diversidad permitió una alta divergencia en cuanto a la habilidad combinatoria de las líneas HD con los diferentes machos, lo que a su vez se vio reflejado en la interacción Macho x Hembra (M x H), al obtener cruzamientos buenos y malos de las hembras con alguno de los machos en específico.

Los efectos de la ACG del rendimiento de grano para hembras se presentan en Figura 1. Se sabe que algunas líneas endogámicas tienen capacidad para combinarse con múltiples líneas diferentes y producir progenie híbrida de alto rendimiento (Fan *et al.*, 2009). Este fue el caso PBN11 y PBN32 que generaron un rendimiento de grano (RG) alto en sus combinaciones con los tres probadores. Este comportamiento se atribuye a que las líneas involucradas obtuvieron los efectos más altos y significativos de ACG. Opuesto a estos resultados se encontraron las líneas PBN56 y PBN29, que manifestaron una relación significativamente negativa de la ACG. En total 19 cruzas mostraron efectos positivos de ACE como se muestra en el Cuadro 3. De estos cruzamientos, 4 correspondieron a los realizados con el probador PBB178 (P1), 8 a los obtenidos con el probador PBB183 (P2) y 7 más a los realizados con el probador PBN186 (P3). En contraparte, 14 cruzas arrojaron valores negativos de ACE. Siete correspondieron a las cruzas efectuadas con el probador P1, 3 a las realizadas con el probador P2 y 4 que fueron hechas con el probador P3. Del total de híbridos que obtuvieron valores positivos de ACE, se identificó un

grupo superior constituido por 7 cruzas, con RG entre 9,9466 y 12,136 kgha⁻¹. Para las líneas PBN23 registro el valor de ACE mas alto con el P1 (1155) y el P3 (1021). En cuanto al probador P2, su mejor ACE fue obtenida con la línea PBN11 (955). La respuesta de una combinación híbrida es consecuencia de la heterosis, se considera que el nivel deseable para el aprovechamiento de la heterosis en una craza, es de cuando menos el 20% (Lobato *et al.*, 2010), ésta depende de la diferencia en frecuencia génica y de la dominancia entre alelos de los padres incluidos en el cruzamiento, potencializando el vigor híbrido, expresando todas las características dominantes en una sola generación (Preciado *et al.*, 2005). De las cruzas experimentales que obtuvieron valores positivos de ACE, se identificó una craza superior con RG de 12,136.25 kgha⁻¹ (PBN11XPBB183), 348%H y una ACE 955. En cuanto a las cruzas experimentales PBN26 (P2); PBN36 (P2); PBN47 (P2); PBN8 (P2); PBN11 (P3); PBN32 (P3) y PBN36 (P3) tienen una ACE positiva, sin embargo, PBN32 (P1) y PBN32 (P2), aunque no presentaron una ACE positiva, las 9 cruzas tienen un rendimiento competitivo (10,000.00 kg ha⁻¹ RG estatal).

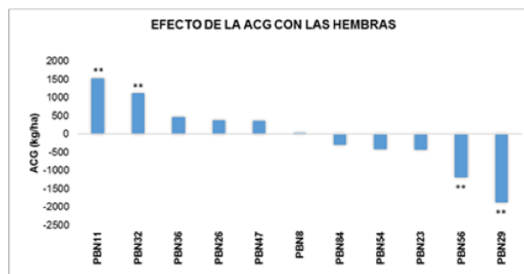


Figura 1. Efecto de ACG de cada hembra respecto a los probadores

Cuadro 2. Significancia de cuadrado medio para el rendimiento de grano de las líneas usadas como madre, padre y sus cruzas HD de maíz blanco

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Valor F
Machos	2	6343009	10.19***
Hembras	10	11144335	17.92***
MxH	20	2692266	4.33***
Residuales	91	622019	

*** Diferencia significativas a 0.001% de probabilidad

4. Conclusiones

El mayor efecto de ACG para RG se observaron en los progenitores PBN11 y la PBN32, con un rendimiento de 1,533 kgha⁻¹ y 1,132 kgha⁻¹, respectivamente. La craza PBN11XPBB183 presento un efecto positivo para ACE y un %H en base al promedio de progenitores de un %348 con RG de 12,136.00 kgha⁻¹. Sin embargo, la craza PBN32xPBB183 obtuvo un efecto negativo para ACE, una heterosis 303% y un RG de 10,630.50 kg ha⁻¹, debido a que los efectos genéticos fueron más de naturaleza aditiva. En todas las cruzas el % H fue mayor al 20%, debido a que mostraron un buen comportamiento en la región del norte de Sinaloa, siendo un clima subtropical.

Cuadro 3. Muestra de ACE, RG y % Heterosis de cada uno de los probadores con sus hembras

Líneas	PBB178			Probadores			PBN186		
	RG	ACE	%H	RG	ACE	%H	RG	ACE	%H
PBN11	9,737.00	-1014	276 %	12,136.25	955	348 %	10,660.00	138	355 %
PBN23	9,943.25	1155	423 %	7,120.55	-2097	309 %	9,579.13	1021	525 %
PBN26	9,576.00	-26	245 %	10,075.00	42	261 %	9,437.00	64	279 %
PBN29	7,263.00	-82	296 %	8,325.25	550	346 %	6,726.50	-389	349 %
PBN32	10,192.50	-157	287 %	10,630.50	-150	303 %	10,505.25	385	347 %
PBN36	9,006.75	-688	191 %	10,123.75	2	216 %	10,226.00	764	244 %
PBN47	9,778.00	200	246 %	10,557.25	549	269 %	8,679.50	-669	246 %
PBN54	9,466.00	662	327 %	8,431.00	-803	297 %	8,794.11	220	371 %
PBN56	7,703.50	-325	231 %	8,658.50	200	263 %	8,002.10	203	285 %
PBN8	9,930.00	683	489 %	10,293.00	615	518 %	7,799.25	-1219	518 %
PBN84	8,80.50	-119	516 %	9,776.25	426	588 %	8,461.75	-228	716 %

RG = Rendimiento de Grano (kg/ha), %H = % Heterosis.

Referencias

1. Lobato-Ortiz, R., Molina-Galán, J. D., López-Reynoso, J. D. J., Mejía-Contreras, J. A., & Reyes-López, D. (2010). Criterios para elegir el mejor probador de la aptitud combinatoria general para rendimiento de grano de líneas autofecundadas de maíz. *Agrociencia*, 44(1), 17-30.
2. Preciado Ortiz, R. E., Terrón Ibarra, A. D., Gómez Montiel, N. O., & Robledo González, E. I. (2005). Componentes genéticos en poblaciones heteróticamente contrastantes de maíz de origen tropical y subtropical. *Agronomía Mesoamericana*, 16(2).
3. Prasanna, B. M., Chaikam, V., & Mahuku, G. (2013). Tecnología de dobles haploides en el mejoramiento de maíz: teoría y práctica. CIMMYT.
4. Singh RK, Chaudhary BD (1979) Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani Publications, Ludhiana, New Delhi, pp 210–238
5. Fan, X. M., Zhang, Y. M., Yao, W. H., Chen, H. M., Tan, J., Xu, C. X., ... & Kang, M. S. (2009). Classifying maize inbred lines into heterotic groups using a factorial mating design. *Agronomy journal*, 101(1), 106-112.

Comportamiento Agronómico De Variedades De Sorgo Forrajero En El Noroeste De Sonora

Robles Contreras Fabian¹, Murrieta Martínez Rodrigo², Contreras Dessens Pedro Rogelio², Valenzuela Ruiz Manuel De Jesus¹, Grijalva Contreras Raul Leonel¹, Macías Duarte Rubén¹, López Carvajal Arturo¹

¹INIFAP, Campo Experimental Costa de Hermosillo, Sitio Experimental Caborca

frobles_cab@hotmail.com

²Técnicos Extensionistas del GEIT DDR 139-Caborca asignados al municipio de Saric, Sonora

Resumen

Para los pequeños productores de los Distritos de Desarrollo Rural 139-Caborca y 140-Magdalena de Kino, que se encuentran dentro del programa de apoyo al componente de extensionismo, es indispensable mejorar su tecnología de producción de forraje para la ganadería que manejan. Durante el ciclo de verano, una buena alternativa para ello es el establecimiento de mejores variedades de sorgo que las que actualmente siembran, por ello el objetivo de esta investigación fue, evaluar la respuesta de algunas variedades tanto para pastoreo como para corte. En dos localidades del municipio de Saric, Sonora, se evaluaron dos y tres variedades de sorgo forrajero, presentando la variedad Silo Miel II los mejores rendimientos tanto en pastoreo (39.33 t•ha⁻¹) a los 51 días después de la siembra superando estadísticamente a Sumiel III y un rendimiento de 92 t•ha⁻¹ cuando se cosecha para corte y empaque, superando estadísticamente a Sumiel III y a Sumiel 220VC, que alcanzaron un rendimiento de 64.44 y 58.52 t•ha⁻¹ respectivamente.

Palabras Clave: forrajes, rendimientos, pastoreo y empaque.

Abstract

For the small producers of the Rural Development Districts 139-Caborca and 140-Magdalena de Kino, which are part of the support program for the extension component, it is essential to improve their forage production technology for the livestock they manage. During the summer cycle, a good alternative for this is the establishment of better sorghum varieties than those currently planted, so the objective of this research was to evaluate the response of some varieties for both grazing and cutting. In two localities of the municipality of Saric, Sonora, two and three varieties of sorghum forage were evaluated, presenting the variety Silo Miel II the best yields both in grazing (39.33 t•ha⁻¹) at 51 days after planting statistically surpassing Sumiel III and a yield of 92 t•ha⁻¹ when harvesting for cutting and packing, statistically surpassing Sumiel III and Sumiel 220VC, which reached a yield of 64.44 and 58.52 t•ha⁻¹ respectively.

Key words: forages, yields, grazing and packing.

1. Introducción

Como estrategia del gobierno federal y estatal para llevar innovaciones tecnológicas a los productores más desprotegidas, se han conformado grupos de productores, cuya característica, es que desarrollan una agricultura tradicional, con muy baja aplicación de avances tecnológicos, por lo que la finalidad del programa o componente de extensionismo, es que cuenten con la asesoría de un técnico extensionista, conformando así los Grupos de Extensión e Innovación Territorial (GEIT), en cada Distrito de Desarrollo Rural (DDR), que para el caso de Caborca, sería GEIT139-Caborca y en Magdalena de Kino, GEIT 140-Magdalena de Kino. Durante 2018, cada uno de estos dos GEIT cuenta con ocho grupos de productores, con un extensionista cada uno, por lo que atienden a más de 450 productores agropecuarios de estos DDR. Como parte del análisis que los extensionistas realizan con los productores que conforman cada grupo, se ha identificado entre otras, la necesidad de producir más y mejores forrajes para su insipiente ganadería. Durante el ciclo otoño invierno, el cultivo que más se establece es el RyeGrass, por ello, se han realizado trabajos con control de malezas en este cultivo (Robles *et al* 2017). Mientras que, en el verano, la mayoría de los productores siembran sorgo forrajero, aunque algunos solo aprovechan la soca de maíz, el cual establecen para producir elote. Generalmente el productor decide sembrar aquella variedad que le resulte la más barata, incluso algunos siembran semilla que otro productor les regala o vende a muy bajo costo, aunque ésta sea de años anteriores sin importarles, ni la calidad de la semilla, ni el rendimiento que con esas variedades puedan obtener, sino únicamente el costo del insumo.

Actualmente existen gran cantidad de variedades e híbridos de sorgo forrajero, con diversas características que se adaptan a variadas necesidades, Genex (2018) ofrece algunas variedades, entre ellas Silo Miel II que es un sorgo forrajero convencional alto, que puede alcanzar entre 2 y 3.5 m, de ciclo intermedio a medio tardío, produce altos rendimientos de forraje y un alto contenido de azúcares a su maduración, es muy vigoroso con buen rebrote que permite de dos o más cortes, con alto contenido de proteína y nutrientes digestibles totales, se recomienda cosechar mediante verde picado y ensilaje, aunque también se puede pastorear. La variedad Sumiel III es un Sorgo tipo Sudan, similar a Sumiel II (Sorgo x Sudan), de ciclo vegetativo precoz-intermedio, alcanza una altura de hasta 2.3 m, su rápido crecimiento y rebote permite múltiples cortes, produce altos rendimientos de forraje succulento, se recomienda cosechar mediante pastoreo, verde picado y empacar, aunque también se puede ensilar. Por otra parte, la variedad Genex Sumiel 220 VC es una cruce de sorgo con sudan, variedad de primera generación de venación café, con gran adaptabilidad, estabilidad y altos rendimientos por encima de los sorgos x sudan convencionales, de ciclo precoz-intermedio, con altura de planta de hasta 2.2 m, por ser de venación café posee menos lignina y es más palatable, siendo más digestible y aprovechable en ganado lechero y de engorda, se recomienda cosechar mediante pastoreo, picado verde y empacado aunque también se puede ensilar. Varios trabajos de investigación colocan a la variedad Silo Miel II como una de las más productivas en el noroeste del país (Montoya, Borbón, Ochoa y Morales, 2008; y Ochoa, Cantúa, Valenzuela y Montoya, 2010).

En esta región del área de estudio correspondiente a los Distritos de desarrollo rural 139 y 140, solo un trabajo de investigación se ha realizado sobre el potencial del cultivo de sorgo forrajero, y aunque el enfoque fue para biocombustibles, se encontró una producción de biomasa verde de entre 70 y 60 t•ha⁻¹ con las variedades Silo Miel II y con RB Cañero, con un contenido de azúcar de 14 y 16 °Brix respectivamente (Robles *et al.*, 2015). Por otra parte, el enfoque de aprovechamiento productivo del sorgo entre los productores objetivo de este estudio, es un 50% para pastoreo y la otra mitad para corte, principalmente para empacado, aunque ya se empieza a generalizar también el ensilaje. Por ello el objetivo de esta investigación fue conocer el comportamiento productivo de variedades de sorgo tanto para pastoreo como para corte.

2. Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló con dos agricultores cooperantes del poblado Cerro Prieto, municipio de Saric, Sonora. uno de ellos destina su forraje exclusivamente a pastoreo (Localidad I) y el otro para corte y empacado (Localidad II), en ambos casos, el manejo del cultivo se llevó acorde a lo tradicional que realiza cada uno dentro de sus posibilidades. En la localidad I se sembraron dos variedades, Sumiel III y Silo Miel II, la siembra se realizó en húmedo el 28 de mayo de 2018 y se pastoreó (cosecha) el 18 de Julio de 2018, 51 días después de la siembra (DDS). En la Localidad II, se sembraron tres variedades. Sumiel 220 VC, Sumiel III y Silo Miel II, la siembra se realizó en seco, dando el riego para germinación el 21 de Junio de 2018, la cosecha para muestreo de rendimiento fue el 24 de agosto del mismo año. Las variables que se midieron fueron: altura de planta (cm) solo en la Localidad I y el rendimiento (t•ha⁻¹) en ambas localidades. En ambas localidades, los tratamientos se sembraron en franjas, para facilidad del productor, y la evaluación se efectuó en un diseño completamente al azar con tres repeticiones, la parcela experimental fue de un área de 2.25 m² (1.5 x 1.5 m) en cada parcela se obtuvieron tres plantas para medir su altura, y se cortó el forraje total dentro de la parcela experimental para evaluar el rendimiento.

3. Resultados y discusión

Localidad I. El pastoreo se realizó a los 51 DDS, la parcela se dividió en tres potreros de 50 m de largo, y 18 m de ancho, en cada potrero se encontraban ambas variedades. El muestreo se realizó al azar en cada potrero. La decisión de cuando realizar el pastoreo la determinó el productor cooperante y aunque en el presente estudio, no se midió la presencia de ácido prúsico, se le sugirió esperar por lo menos a que el forraje superara el metro de altura, ya que como indica Martínez, Silva y Cuéllar, 2005, un aspecto importante a considerar en el uso del forraje en pastoreo es el riesgo de toxicidad, causados por el ácido prúsico o cianhídrico. Por lo que deberá evitarse el corte de forraje y el pastoreo cuando las plantas sean menores a 1.0 m de altura y cuando las plantas hayan sufrido un estrés, el cual podrá ser provocado por helada o sequía. Burboa y Cabanillas, 2008, recomiendan para la costa de Hermosillo, que altura mínima para pastoreo debe ser de 60 cm, a los 50-60 días después de la siembra. En ese sentido, al medir la

altura de planta, no se encontró diferencia significativa entre las dos variedades evaluadas, presentando 120 y 124 cm (Figura 1).

En la evaluación del rendimiento, los resultados indican que las variedades son estadísticamente diferentes, superando la Silo Miel II con $39.33 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a Sumiel II que produjo $18.96 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Figura 2). La variedad elegida por el productor está dentro de los rendimientos que reportan Burboa y Cabanillas, 2008. Pero la variedad Silo Miel II supera los rendimientos reportados por esos mismos autores.

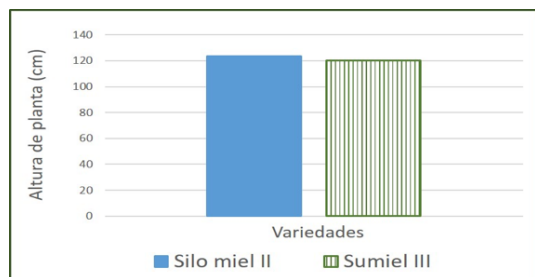


Figura 1. Altura de planta de sorgo forrajero, al momento del pastoreo en la Localidad I de Cerro Prieto Municipio de Saric, Sonora

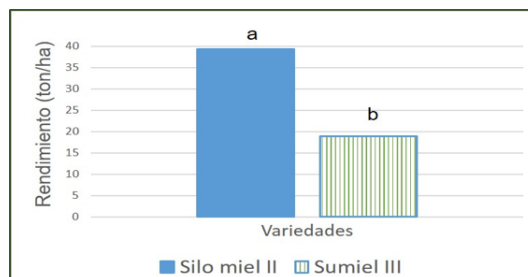


Figura 2. Rendimiento de forraje de sorgo forrajero, al momento del pastoreo en la Localidad I de Cerro Prieto Municipio de Saric, Sonora

Localidad II. En esta localidad solo se realizó un primer muestreo para verificar avance de rendimiento, ya que aún no están en la etapa ideal para cosecha, pues solo dos variedades (Sumiel III y Sumiel 220VC) han iniciaron el proceso de espigamiento. Mientras que a Silo Miel II aún le faltan al menos tres semanas más para llegar a esta etapa, otras variables se medirán al momento de la cosecha. Del muestreo realizado se desprende que Silo Miel II produjo 92.00 t/ha y supera estadísticamente (Figura 3) a las variedades Sumile 220VC y Sumiel III, que alcanzaron rendimientos de 58.52 y 64.44 t/ha respectivamente. Respecto al rendimiento de sorgos para corte y ensilado, Burboa y Cabanillas, 2008 reportan que estos varían de 55 a 100 t/ha , en el presente estudio, Silo Miel II se aproxima a los máximos que reportan estos autores y las otras dos variedades evaluadas, sus rendimientos son más parecidos a los mínimos que se reportan.

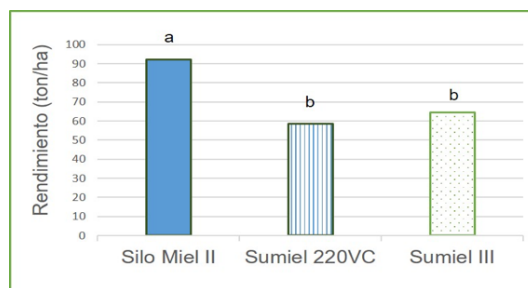


Figura 3. Rendimiento de forraje de sorgo forrajero para corte y empaclado en la Localidad II de Cerro Prieto Municipio de Saric, Sonora

De esta localidad, vale la pena resaltar que mientras que las otras dos variedades ya están llegando a su madures de corte, pues presentan ya un 30- 50% de espigamiento, a la variedad Silo Miel II, aún le faltan al menos tres semanas más de desarrollo, por lo que es de esperarse que alcance un mayor rendimiento cuando llegue el momento de su cosecha.

4. Conclusiones

La variedad Silo Miel II fue superior a las otras variedades, tanto cuando se utiliza para pastoreo directo como para corte y empacado.

Referencias

1. Burboa C. F.R. y Cabanillas C. R. 2008. Tecnología Para la Producción de Sorgo Forrajero. Desplegable para productores No. 12. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora.
2. GENEX. 2018. Sorgos. www.genex.mx/sorgos.html consultado el 15 de abril de 2018.
3. Martínez Villa. J., Silva Sáenz, R. A. y Cuéllar Villarreal, E.J. 2005. Guía para cultivar sorgo forrajero de riego para pastoreo, verdeo y henificado en el norte y centro de Coahuila. Folleto para productores No. 7. INIFAP-CIRNE- Campo Experimental Zaragoza, 10 p.
4. Montoya Coronado Lope, Borbón García A. Ochoa Espinoza X. y Morales Cuen A. 2008. Validación de Híbridos de sorgo dulce en el Sur de Sonora. trabajo presentado en Día del Agricultor 2008. INIFAP-IRNO-Campo Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora.
5. Ochoa Espinoza Xóchitl M, Cantúa Jesús A., Valenzuela Borbón Jesús R. y Montoya Coronado Lope. 2010. Tecnología para producir remolacha y sorgo dulce bajo el sistema de rotación. Trabajo presentado en la VI Reunión Nacional Red Mexicana de Bioenergía y Simposio Internacional de Bioenergéticas. Red Mexicana de Bioenergía A.C.
6. Robles Contreras Fabian, Correa Medina Jorge Javier, Grijalva Contreras Raul Leonel, Macías Duarte Rubén, Valenzuela Ruiz Manuel de Jesus y López Carvajal Arturo. 2015. Evaluación de variedades de sorgo cañero par biocombustible en la región de Caborca, trabajo presentado en el XVIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas, ICA-UABCS, Mexicali B.C.
7. Robles Contreras Fabian, Maldonado Mendoza Yasdeth A., Valenzuela Ruiz Manuel de J., Grijalva Contreras Raul Ll, Macías Duarte Rubén y López Carvajal Arturo. 2017. Evaluación del control de malezas de hoja ancha y su efecto en el rendimiento de Rye Grass (*Lolium multiflorum* Lam.) en el Noroeste de Sonora. Trabajo presentado en el XX Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas, ICA-UABCS, Mexicali B.C.

Desempeño Morfológico De *Agave Durangensis* Gentry En Respuesta A La Aplicación De Soluciones Nutritivas Y Tipos De Envases En Vivero

Rosales Mata Sergio, Ríos Saucedo Julio Cesar, González Pérez Josué Santiago, García Rodríguez José Leonardo Y Quiñones Barraza Gerónimo

Centro de Investigación Regional Norte-Centro-INIFAP. Durango, Durango, México

rosales.sergio@inifap.gob.mx

Resumen

El aprovechamiento del *Agave durangensis* ha provocado una disminución cada vez más evidente de sus poblaciones naturales, aunado que su propagación es insuficiente y de lento crecimiento; por esta razón, es importante buscar nuevas tecnologías para su producción en vivero. El objetivo del presente trabajo fue conocer la respuesta en el desarrollo morfológico de *Agave durangensis* en respuesta a la aplicación de distintas fuentes de nutrición y tipos de envase en la etapa de vivero, dando como resultado el envase de 78 cavidades y aplicando Fertilización Química + Bioestimulante se obtiene planta con mejores características morfológicas y con mayor concentración de azúcares a los 10 meses de edad.

Palabras Clave: Vivero, Fertilización, Planta de calidad.

Abstract

The use of *Agave durangensis* has caused a decrease increasingly evident, of its natural populations, coupled with its propagation is insufficient and has slow growing; for this reasons, it is important to look for new technologies for nursery production. The aim of this research was to know the response of morphological development of *Agave durangensis* to the application of different sources of nutrition and types of container in a nursery stage, as a result using containers with seventy eight cavities and applying Chemical Fertilization + Biostimulant, allowed to obtain better morphological characteristics and with a higher concentration of sugars at ten months of age.

Key words: Nursery garden, fertilization, quality plant.

1. Introducción

Se han descrito 273 especies de la familia *Agavaceae* en el continente Americano, distribuidas desde Dakota del Norte, Estados Unidos, hasta Bolivia y Paraguay (Ramírez, 1995). La palabra agave proviene del griego **αγαυή** y significa “noble o admirable”, dicho nombre fue conferido por el naturista *Carlos Linneo*. Esta planta tiene diversos usos, mismos que van desde alimento hasta la fabricación de papel o bebidas alcohólicas. De las 200 especies de agave que existe a nivel

mundial aproximadamente, 150 se encuentran en nuestro país, lo que representa el 75% (González y Núñez, 2015). La distribución geográfica de este género abarca desde el sur de los Estados Unidos de América hasta Colombia y Venezuela. Debido al lento crecimiento de estas plantas, así como de su baja tasa de reproducción sexual y asexual es difícil su multiplicación de forma masiva por medio de métodos convencionales (González y Núñez, 2015). El *Agave durangensis* Gentry, también conocido como maguey cenizo es una especie endémica de nuestro país que crece de forma silvestre en colonias dispersas con suelos rocosos, en matorrales y pastizales. Esta especie crece principalmente en los estados de Durango y Zacatecas, también se localiza en una región pequeña de la Sierra Madre Occidental; sin embargo, también ha sido encontrada en otros estados como Chihuahua, Sinaloa y Distrito Federal (González, 2011). Los usos principales que se le dan en el estado de Durango son en la producción de pulque y mezcal de manera artesanal, ya que son actividades que representan el sustento de muchas de las poblaciones del estado, principalmente en los municipios de Tamazula, Mezquital, Nombre de Dios, Súchil y Durango (Gonzalez, Galván, López, Reséndiz y González, 2009). Sin embargo las poblaciones silvestres del genero *Agave* cada vez más se encuentran amenazadas debido a la sobreexplotación de este recurso para fines comerciales; por ello, durante los últimos años en Durango se ha buscado desarrollar nuevas tecnologías para la producción de plántula en vivero y establecimiento de plantaciones para satisfacer la demanda de materia prima con la finalidad de minimizar la presión al recurso natural (Rosales, Hernández, Sarmiento y Sigala, 2014); citando lo anterior se realizó una evaluación de diferentes fuentes de nutrición y tipos de envases para la producción de plántula de *Agave durangensis* en la etapa de vivero, con el objetivo de mejorar la morfología de esta especie antes de ser llevada a campo.

2. Materiales y métodos

Los tratamientos evaluados fueron dos fuentes de nutrición y un testigo (riego solo con agua): (1). Testigo, (2). Fertilización Química (149-32-123 ppm de N-P-K) y (3). Fertilización Química + Bioestimulante (Fostitos), además de tres diferentes contenedores: (A) Envase de 54 cavidades de polietileno rígido, con forma cilíndrica, (B) Envase de 77 cavidades de poliestireno expandido, con forma cilíndrica y (C) Envase de 78 cavidades de Poliestireno expandido, con forma piramidal invertida. Todos los envases con una capacidad de 160 ml por cavidad. Los tratamientos estaban distribuidos en un diseño experimental completamente al azar, con cuatro repeticiones cada uno. Para conocer las condiciones morfológicas de la planta se realizó un muestreo destructivo de cinco plantas por unidad experimental a los 10 meses de establecido el experimento. Las variables evaluadas fueron altura, diámetro de la piña, número de hojas desplegadas, biomasa de hojas, piña y raíz. Además de la concentración de azúcares (°Brix). Se realizó un análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas con el paquete Statistical Analysis System (SAS) versión 9.4. Donde existieron diferencias estadísticas significativas se realizaron pruebas de medias de Tukey.

3. Resultados y discusión

Cuadro 1. Variables evaluadas en *Agave durangensis* a los diez meses de edad en vivero

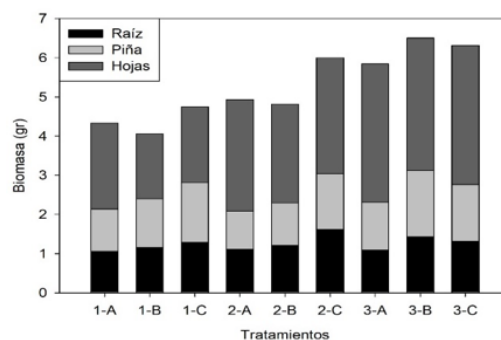
Tratamiento	Altura (cm)	Diámetro piña (mm)	Número de hojas	°Brix (%)
1-A	5.65 b	24.40 bc	7.10 abc	07.44 d
1-B	5.73 b	21.65 d	6.20 c	11.50 abc
1-C	5.13 b	23.63 bc	6.35 c	12.45 abc
2-A	6.01 b	26.28 ab	7.20 abc	09.30 cd
2-B	5.94 ab	23.83 bc	7.05 abc	10.68 abcd
2-C	5.51 b	25.83 abc	6.95 bc	13.30 ab
3-A	6.67 a	25.88 abc	7.85 ab	09.60 bcd
3-B	6.79 a	26.54 ab	7.55 ab	09.85 bcd
3-C	5.65 b	27.79 a	8.15 a	13.80 a

Para todas las variables evaluadas se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), debido al efecto de las fuentes de nutrición y los diferentes envases en la producción de *Agave durangensis* en vivero. La altura de la planta presentó dos tratamientos en el grupo estadístico superior, el 3-A y 3-B, con promedios de 6.67 y 6.79 cm respectivamente. El diámetro de la piña presentó al tratamiento 3-C como el mejor, con 27.79 mm. Para las siguientes variables se observó la misma tendencia presentando al tratamiento 3-C en el grupo estadístico superior (Cuadro 1).

La producción de biomasa seca, presentó una tendencia hacia los tratamientos que se les aplicó Fertilización Química + Bioestimulante (Figura 1).

4. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos para este experimento, producir planta de *Agave* en el envase de 78 cavidades y aplicando Fertilización Química + Bioestimulante se obtiene planta con mejores características morfológicas y mayor concentración de azúcares.

Figura 1. Producción de biomasa seca en *Agave durangensis* a los diez meses de edad en vivero

Referencias

1. González D., B. M. y Núñez P., H. G. 2015. Micropropagación de *Agave durangensis* en un Sistema de Inmersión Temporal (SIT). *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 1(2), 8-13.
2. González E., M; Galván V., R; López E., I. L; Reséndiz R., L; González E., M. S. 2009. Agaves, magueyes, lechuguillas y noas del estado de Durango y sus alrededores. CONABIO, México.
3. González V., L. S. 2011. Obtención de un surfactante a partir de biomasa residual de *Agave durangensis* y su aplicación en la remoción de arsénico por la técnica de aglomeración esférica. Tesis de doctorado. Unidad profesional interdisciplinaria de biotecnología. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. 142 p.
4. Ramírez J. 1995. Los magueyes plantas de infinitos usos. CONABIO. Biodiversitas 3:1-7.
5. Rosales M., S; Hernández A., M; Sarmiento L., H; y Sigala R., A., 2014. Producción de planta de *Agave durangensis* en sistema de acolchado y riego por goteo. Folleto técnico N°76. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Durango. 30 p.

Evaluación De Producción Y Calidad En Tomate Bola Dionisio (*Solanum Lycopersicum*) Con Aplicación De Enraizador Y *Trichoderma Asperellum* Bajo Condiciones De Invernadero

Rosas Santiago Viviana Lizeth P., Silva Ramírez Rosa María, Delgadillo Ángeles Jorge L., Pedro Méndez José G., Carrasco Peña Laura Dennisse

Facultad de ingeniería y Negocios en San Quintín- Universidad Autónoma de Baja California
viviana.rosas91@uabc.edu.mx

Resumen

En un estudio realizado en el invernadero de media tecnología en la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín, con el objetivo de evaluar producción y calidad de la variedad Dionisio, con dos portainjertos (seriado y Multifort), respectivamente con *Trichoderma asperellum* y enraizador. Las variables de total de frutos aceptados y cada uno de los tamaños se evaluaron mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. La muestra analizada no arroja suficiente evidencia para establecer diferencias entre los tratamientos a un nivel de 0.05.

Palabras Clave: portainjerto, variedad, variables, tratamientos, Kruskal-Wallis.

Abstract

In a study conducted in the greenhouse of medium technology in the Faculty of Engineering and Business San Quintín, with the aim of evaluating production and quality of the variety Dionisio, with two graft carriers (serial and Multifort), respectively with *trichoderma asperellum* and rooting. The variables of total fruits accepted and each one of the sizes were evaluated by the non-parametric Kruskal-Wallis test. The sample analyzed does not yield enough evidence to establish differences between the treatments at a level of 0.05.

Key words: Rootstock, variety, variables, treatments, Kruskal-Wallis.

1. Introducción

El jitomate también conocido como tomate rojo es una planta perenne que pertenece a la familia de las *Solanáceas*; El tomate es uno de los productos agrícolas con mayor valor económico a nivel mundial. Por la demanda que tiene en el mercado local, nacional e internacional, es una de las hortalizas más rentables ya que se usa en todas las cocinas del mundo. Es importante mencionar que gracias a los altos estándares de producción que presenta el jitomate mexicano, es una de las hortalizas con mayor demanda tanto a nivel nacional como internacional ya que cuenta con un alto grado de calidad e inocuidad que lo hace una de las especies vegetales con más rendimiento. (Castilla Prados, 1995). La cifra final de consumo de tomate depende en gran medida de las exportaciones a EUA, ya que el consumo doméstico es prácticamente el remanente

de la exportación. En 2008/09 fue de cerca de 1 millón de toneladas, ligeramente más bajo que el año anterior debido a la reducción en producción, y no creció significativamente en 2009/10, debido al incremento en la exportación y a la subida de precios a nivel nacional (Robinson, 2010) El cultivo de tomate bola (*Solanum lycopersicum*), es un cultivo sumamente importante en se tienen cifras que existen más de 25 mil hectáreas de invernaderos en México, de las cuales 15,500 hectáreas corresponden al cultivo del tomate. De estas 12,000 hectáreas corresponden a tomates saladett, de 2,300 a 2,500 hectáreas a tomates bola, también es importante recalcar que México exporta entre 2.5 y 3 millones de toneladas de tomate al año. (González, 2016) La variedad Dionisio facilita el manejo agronómico y mantiene un ciclo productivo de alto desempeño, ya que ofrece un gran paquete de resistencias, foliares y de la raíz. La planta es vigorosa, precoz y concentrada con alta capacidad productiva durante todo el ciclo. Su fruta es de forma globo con tamaños promedio de 300 gramos durante todo el ciclo.

2. Materiales y métodos

Área de estudio Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín de la Universidad Autónoma de Baja California se estableció un cultivo de tomate bola variedad Dionisio con cuatro tratamientos. Se realizó el experimento bajo condiciones de invernadero, con una superficie de 250 m² en el módulo. Se manejaron dos porta injertos; uno seriado y otro comercial (Multifort) con la variedad, para la evaluación en producción y calidad, junto con los tratamientos *Trichoderma asperellum* y enraizador comercial el cual se trasplantó el día 23 de mayo de 2018. Al inicio se inoculó la mitad de plántulas con *Trichoderma asperellum* y enraizador, quedando cuatro tratamientos de la siguiente manera; 1. Seriado + Dionisio + Trichoderma, 2. Seriado + Dionisio + Enraizador, 3. Multifort + Dionisio+Trichoderma y 4. Multifort + Dionisio + Enraizador.

Posteriormente se eligieron 5 plántulas de cada tratamiento para su respectiva evaluación. En el experimento se utilizó una densidad de 19,397 plantas/ha. Las variables que se midieron en el experimento fueron: producción (Kg/m²), y calidad. Para el análisis estadístico, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. El primer corte se realizó el día 7 de agosto obteniendo los datos preliminares hasta el sexto corte, en donde se clasificaron los frutos de acuerdo a la calidad, y en cuanto a tamaño se obtuvieron cajas para exportación (4x4, 4x5, 5x5, 5x6, 6x6), y nacional (6x7) obteniendo frutos rechazados por los siguientes factores; malformaciones y mala pigmentación por la fertilización, contagio por virus, daños por insectos y cicatrices.

De acuerdo a los precios establecidos por el mercado internacional, México- Estados Unidos (infoaserca, 2016).

Cuadro 1. Precios en dólares por caja

Caja 20Lbs	4x4	4x5	5x5	5x6	6x6
Precio dlls/caja	18.86	9.05	12.97	15.09	12.51

3. Resultados

Los resultados obtenidos en cuanto a producción y calidad en tomate demuestran que no hay diferencia significativa por parte de los materiales empleados *Trichoderma asperellum* y enraizado con la respectiva porta injertos, en el Cuadro 2, se representa la producción en tomate bola.

Cuadro 2. Producción por calidad de empaque para exportación

	Total de frutos aceptados	4x4	4x5	5x5	5x6	6x6	6x7
50/Dionisio T	55	2 A	2 A	20 A	26 A	4 A	1 A
50/Dionisio E	55	3 A	7 A	15 A	23 A	6 A	1 A
Multi/Dionisio T	50	6 A	4 A	14 A	17 A	6 A	3 A
Multi/Dionisio E	71	8 A	4 A	20 A	30 A	5 A	4 A

4. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. La muestra analizada no arroja suficiente evidencia para establecer diferencias entre los tratamientos para producción como calidad a un nivel de 0.05.

Dando a conocer que no importa el porta injerto ni aplicación de enraizador o *Trichoderma asperellum* que se le dé a la variedad en estudio Dionisio, ya que esta se comportara de la misma manera en ambos tratamientos.

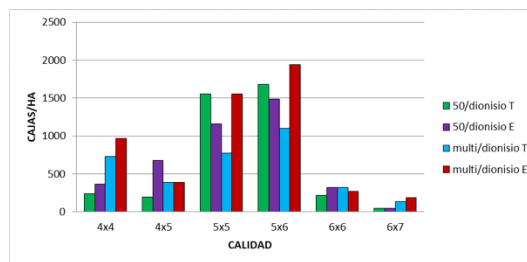


Figura 1. Proyección de número de Cajas/ha

Referencias

- Gonzales (Agosto 29,2016). *Nuevas variedades y tecnologías para la producción de Tomate*. Agosto 27,2018, de horticultivos Sitio web: <https://www.horticultivos.com/empresas/noticias-eventos/nuevas-variedades-tecnologias-la-produccion-tomate/>
- Villalobos M. (Enero, 2015). *Uso de Trichoderma asperellum para el incremento de la producción de cebolla (Allium cepa) y chile dulce (Capsicum annuum)*. Septiembre 21,2018, de Tecnológico de Costa Rica Sitio web: <https://www.tec.ac.cr/proyectos/uso-trichoderma-asperellum-incremento-produccion-cebolla-allium-cepa-chile-dulce-capsicum>
- Moreno, J. Mendoza, & M. Borrego, F. (1998). *Evaluación de tomate (Lycopersicon esculentum, mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos*. Septiembre 21,2018, de agronomía mesoamericana Sitio web: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v09n01_059.pdf

Evaluación De Garbanzo Blanco En El Norte De Sinaloa

Sauceda Acosta Raúl H., Rodríguez Cota Franklin G., Cortez Mondaca Edgardo, Padilla Valenzuela Isidoro, Velarde Félix Sixto

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas Pecuarias, Campo Experimental Valle del Fuerte, Juan José Ríos, Sinaloa sauceda.raul@inifap.gob.mx

Resumen

En Sinaloa la producción de garbanzo blanco es principalmente para exportación, en el norte del estado se concentra la mayor producción de esta leguminosa. El propósito de este estudio fue evaluar la productividad de esta leguminosa, donde se utilizaron 12 genotipos diferentes usando como testigo la variedad Blanco Sinaloa 92, por ser la más sembrada. El experimento estuvo formado por 4 repeticiones sembrados en bloques al azar. La parcela estaba formada por cuatro surcos de cinco metros de largo con una separación de 80 cm y la parcela útil por los dos surcos centrales. Las variables que se tomaron fueron: peso parcela útil, peso cribado, calibre rendimiento kg ha^{-1} y porcentaje de exportación. En el rendimiento de kg ha^{-1} hubo una diferencia de 89 kg entre Blanoro y Hoga 067 pero, tal diferencia no fue significativa de acuerdo a el análisis estadístico, donde sí se encontró diferencia altamente significativa fue en el calibre y el porcentaje de exportación. El mejor calibre fue para Cuga 08-751 mientras que Cuga 08-751 obtuvo el menor calibre con 49.5 semillas en 30 gramos. En el porcentaje de exportación Blanco Sinaloa 92 fue el mejor con 96.29% de exportación.

Palabras Clave: Genotipos, Rendimiento, Blanco Sinaloa 92.

Abstract

In Sinaloa the production of white chickpea is mainly for export, in the north of the state the largest production of this legume is concentrated. The purpose of this study was to evaluate the productivity of this legume, where 12 different genotypes were used, using as a control the Blanco Sinaloa 92 variety, as it is the most planted. The experiment consisted of 4 replications planted in random blocks. The plot was formed by four furrows of five meters long with a separation of 80 cm and the useful plot by the two central furrows. The variables that were taken were: useful plot weight, weight screening, caliber yield kg ha^{-1} and export percentage. In the yield of kg ha^{-1} there was a difference of 89 kg between Blanoro and Hoga 067 but, this difference was not significant according to the statistical analysis, where a highly significant difference was found in the caliber and the export percentage. The best caliber was for Cuga 08-751 while Cuga 08-751 obtained the smallest caliber with 49.5 seeds in 30 grams. In the export percentage Blanco Sinaloa 92 was the best with 96.29% export.

Key words: Genotypes, Performance, Blanco Sinaloa 92.

1. Introducción

Entre las leguminosas el garbanzo ocupa el segundo lugar en superficie cultivada y el tercero en producción a nivel mundial (Amanullah J., Mohamad B. y Amanullah 2013). Esta leguminosa tiene un alto concentrado de proteína, contiene casi el doble que la mayoría de los cereales, por lo cual este es un cultivo valioso para los países en desarrollo (Salinas 2008).

El garbanzo mexicano es altamente reconocido en el mundo por su buena calidad, esto se debe al uso de variedades mexicanas mejoradas con características que demanda el mercado, un ejemplo de estas variedades mejoradas lo es el Blanco Sinaloa 92 generada por investigadores del inifap (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias) (Acosta *et al*, 2013). Actualmente el garbanzo mexicano se exporta a países como España, Turquía y Argelia, pero existen otros mercados potenciales para colocarlo que son Irán y Nepal (SAGARPA 2015).

En México destaca la región Noroeste como la zona con mayor superficie establecida de este cultivo. Los estados con mayor superficie establecidos en orden decreciente son: Sinaloa, Sonora y Baja California Sur, en Sinaloa en los últimos años se ha sembrado un promedio de 55,844 hectáreas tanto de riego como de temporal, con un promedio de 1.771 kg ha⁻¹ (SIAP 2018).

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en el ciclo otoño-invierno 2017-2018, en el Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa, (25° 45' 45" N y 108° 48' 45" W) y 14 msnm.

El experimento se estableció en un suelo arcilloso arenoso, profundo, sin problemas de salinidad y pH alrededor de 7.4, apto para el cultivo de garbanzo (Amanullah *et al.*, 2013). La siembra se realizó el día 17 de noviembre del 2017, se utilizaron 12 materiales, BLANCO SINALOA 92, COSTA 2004, JUMBO 2010, BLANORO, HOGA 067, MOGA 36, CUGA 08-743, CUGA 09-2067, HOGA 021, CUGA 08-751, BLANCO SON y MAZOCAHUI estas dos últimas de reciente liberación en la costa de Hermosillo. Se utilizó como testigo BLANCO SINALOA 92.

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, la parcela experimental estuvo formada por cuatro surcos de cinco metros de largo, con una separación de 80 centímetros (16 m²) y la parcela útil por los dos surcos centrales (8 m²) con una densidad de 12 plantas por metro lineal. Se aplicó un riego de auxilio a los 45 días después de la siembra. Se hicieron dos aplicaciones para el combate del gusano de la cápsula (*Helicoverpa virescens*). El control de malezas fue mediante escardas mecánicas y en forma manual.

El corte de las parcelas útil fue a los 125 días después de la siembra, y la cosecha fue a los 15 días después del corte. Esta fue realizada manualmente.

El porcentaje de exportación fue calculado al pasarse la parcela útil ya limpia de impurezas por una malla de orificios redondos de 9 mm de diámetro, el calibre del grano se determinó tomando muestras de 30 gramos de grano ya cribado.

3. Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se observan los rendimientos obtenidos en kilogramos por hectárea de los 12 materiales evaluados, estos resultados son el promedio de las cuatro repeticiones, donde se puede observar que la mayoría de las líneas tienen promedios semejantes a la variedad Blanco Sinaloa que es la que más se siembra en el norte de Sinaloa.

Los rendimientos de kg ha⁻¹ variaron entre 2.03 a 2.92 kg ha⁻¹, es decir, hubo diferencias de 89 kg. Tales diferencias no resultaron significativas, de acuerdo con el análisis de varianza. Donde sí se encontró diferencia altamente significativa fue en el calibre y el porcentaje de exportación.

El mejor calibre de exportación fue para Cuga 08-743 con 40 semillas en 30 gramos mientras que Cuga 08-751 fue de 49.5 semillas en 30 gramos, el genotipo que obtuvo el mejor porcentaje de exportación fue Blanco Sinaloa con 96.29% mientras que Blanco Son quedó muy por debajo del demás genotipo con un 80.11% de exportación.

Cuadro 1. Rendimiento de líneas y variedades de garbanzo blanco en el Campo Experimental Valle del Fuerte Ciclo O-I 2017-2018

Genotipo	Peso P/U	Peso Cribado	Calibre	Rend. kg/ha	% de exportación
Hoga 067	1.62 A	1.15 AB	43 AB	2.03 A	95.37 DE
Moga 36	1.91 AB	1.8 ABC	45 ABC	2.38 AB	94.6 DE
Cuga 08-743	2.3 B	2.03 ABC	40 A	2.87 AB	87.89 ABCD
Blanoro	2.33 B	2.05 ABC	45 ABC	2.92 B	87.66 ABCD
Costa 2004	2.09 AB	1.93 ABC	45.5 ABC	2.61 AB	92.47 BCDE
Blanco Sinaloa 92	2.3 B	2.22 C	45.75 BC	2.88 AB	96.29 E
Hoga 021	2.26 AB	2.15 BC	47.5 BC	2.82 AB	95.15 DE
Cuga 08-751	2.23 AB	1.97 ABC	49.5 C	2.79 AB	88.45 BCDE
Jumbo 2010	2.11 AB	1.95 ABC	45.5 ABC	2.64 AB	92.62 BCDE
Cuga 09-2067	2.13 AB	1.84 ABC	45.5 ABC	2.67 AB	86.11 ABC
Mazocahui	2.01 AB	1.72 ABC	44.75 ABC	2.51 AB	85.7 AB
Blanco Son	1.93 AB	1.71 ABC	44.25 ABC	2.42 AB	88.33 ABCDE
Media	2.06	1.83	47.16	2.58	90.34
C.V.	12.69	1373	4.89	12.69	3.66
DMS (Tukey 0.05)	NS	NS	5.79	NS	8.31

P/U. Parcela Útil. Rend. Rendimiento Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4. Conclusiones

El resultado de las pruebas de los tratamientos pone en manifiesto el avance del mejoramiento genético en las líneas y las nuevas variedades al no encontrarse diferencia entre el

rendimiento de kg ha⁻¹. En cuanto a las características agronómicas de las líneas son semejante a Blanco Sinaloa, por lo cual se podría liberar una nueva variedad de garbanzo blanco para el estado de Sinaloa la línea Cuga 08-743.

Referencias

1. Acosta G. j. A., R. A. Salinas P., P. F. Ortega M., I. Padilla V., G. A. Fierros L. y V. Valenzuela H. 2013 Programa de investigación de garbanzo en el inifap, México. Simposio Nacional de Garbanzo. Memoria técnica no 33 INIFAP Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo Sonora, 11-19 pp.
2. Amanullah J., Mohamad B. and Amanullah 2013. Response of chickpea to nitrogen sources under salinity stress, *Journal of Plant Nutrition*, 36(9):1373-1382, DOI: 10.1080/01904167.2013.792837
3. SAGARPA. 2015. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), Sonora, México. <http://www.siap.gob.mx>
4. Salinas Pérez Rafael (enero 2008) "Guía para producir garbanzo en el norte de Sinaloa" Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Centro de Investigación Regional del Noroeste Campo Experimental Valle del Fuerte. Folleto Técnico Numero 29 Los Mochis Sinaloa.
5. SIAP. 2018. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. Avances de siembras y cosechas Resumen por cultivo Sinaloa, México <http://infosiap.siap.gob.mx>

Determinación De Fechas De Siembra De Maíz Con Menor Riesgo De Daño Por Heladas En Fuerte-Mayo, Sonora

Valenzuela Borbón Jesús Rafael, Montoya Coronado Lope, Borbón Gracia Alberto

Campo Experimental Norman E. Borlaug valenzuela.rafael@inifap.gob.mx

Resumen

El sistema de producción de maíz, requiere de cambios que contribuyan a mitigar los efectos del cambio climático y adaptarlos a las necesidades actuales. En el ciclo otoño-invierno 2017-18, en el ejido Torocobampo, en la región fuerte mayo, se evaluaron siete fechas de siembra: con intervalos de 15 días durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, en cada fecha se evaluaron dos híbridos de maíz: DK-2038 y Armadillo. Se utilizó el diseño de parcelas divididas donde la parcela grande fueron las fechas y la parcela chica los híbridos. El objetivo de este estudio fue identificar la mejor época de siembra de maíz que permita obtener altos rendimientos con menor riesgo de daño por heladas. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para rendimiento entre fechas de siembra, mientras que, para híbridos e interacción, no se encontraron. Los rendimientos obtenidos por fecha, se agruparon en dos: período 1, que contempla las tres primeras fechas y comprende del 3 de noviembre al 7 de diciembre, en este se obtuvo el mayor rendimiento promedio con 13, 783 kg ha⁻¹, sin embargo, presenta un alto riesgo de daño por heladas. Período 2, agrupa las fechas del 21 de diciembre al 25 de enero, con un rendimiento medio de 11, 336 kg ha⁻¹ y menor riesgo de daño por bajas temperaturas.

Palabras Clave: fechas, híbridos, rendimiento, productores, clima.

Abstract

The corn production systems requires changes that contributes to mitigate the effects of climate changes and adapt its current needs. During the 2017-18 autumn-winter crop season, in the Torocobampo locality, in the Fuerte-Mayo region, seven sowing dates were evaluated with 15-day intervals during the months of November, December, January and February. In each date two maize hybrids were evaluated: DK-2038 and Armadillo. A Split plot design was used where planting dates were the large plot and the small plot the hybrids. The objective of this study was to identify the best maize sowing season that allows higher yields with lower risk of frost damage. The analysis of variance detected high significant differences for the grain yield between the sowing dates, while, for hybrids and interaction, it was not found. The yields obtained by date, were grouped into two: period 1, which includes the first three sowing dates and comprises from November 3 to December 7. In this group, the highest average yield was obtained with 13, 783 kg ha⁻¹, however, showed higher risk of frost damage. Period 2 (December 21 to January 25, yielded an average yield of 11, 336 kg ha⁻¹ and lesser risk of low temperatures damages.

Key words: dates, hybrids, yield, producers and climate.

1. Introducción

En el sur de Sonora, el cultivo de maíz, participa activamente en la economía regional así mismo, forma parte relevante en el padrón de cultivos del ciclo otoño-invierno, ocupa el segundo lugar en importancia por la superficie de siembra, solamente después de trigo, sin embargo, el sistema de producción actual, requiere de cambios o ajustes que contribuyan a mitigar los efectos del cambio climático y adaptarlas a las necesidades actuales para asegurar la integridad y rentabilidad del cultivo. (Montoya y Valenzuela, 2017). La región fuerte mayo, presenta alto potencial de rendimiento para producir maíz, sin embargo, las siembras se establecen principalmente en los meses de octubre y noviembre es donde se obtienen los mayores rendimientos de grano, pero también se tienen los mayores riesgos de daños por heladas (Ortega, *et al.*, 2003). En los últimos seis ciclos de cultivo cuando menos en tres (50%), el cultivo ha sido afectado por daños que van de ligeros a pérdida total. Existen posibles ventanas de producción con menor riesgo de afectación al cultivo por esta condición, pero, no se cuenta con información precisa y actualizada sobre este aspecto, por lo cual se requiere de generar información técnica a la brevedad para solucionar esta problemática en beneficio de los productores de la región para lo cual es necesario el apoyo técnico de investigación para la búsqueda de soluciones que permitan producir este cultivo con mayor certidumbre en la producción. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de siete fechas de siembra en el rendimiento de grano de dos híbridos de maíz, en condiciones de riego por gravedad en la región fuerte mayo, Sonora.

2. Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en terrenos de productores cooperantes en el ejido Torocobampo, municipio de Huatabampo en la región fuerte mayo, que representa una zona agrícola potencial, la cual está localizada al suroeste del estado y comprende los municipios de Huatabampo, Navojoa y Álamos. Se encuentra en las coordenadas 26°21'12.24"N, 109°5'43.51"W hasta los 26°35'30.47"N, 109°14'2.49"W. El estudio se inició en ciclo otoño-invierno 2017-18. Se evaluaron siete fechas de siembra: con intervalos de 15 días durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, en cada fecha se evaluaron dos híbridos de maíz: DK-2038 y Armadillo, la siembra se realizó con sembradora de precisión con una densidad de 8.5 semilla por metro lineal. Se fertilizó en forma fraccionada en presiembra y antes del primer riego de auxilio, con la fórmula 300-52 nitrógeno-fósforo. Se utilizó el arreglo en franjas, para estimar el rendimiento de grano como parcela útil se utilizaron 4 surcos de 5 m de largo por 0.8 m de ancho, con cuatro repeticiones, el diseño experimental fue de parcelas divididas, donde la parcela grande fueron las fechas y la parcela chica los híbridos. Al cultivo se le dio el manejo agronómico adecuado para la región de acuerdo al paquete tecnológico recomendado por el INIFAP, (2007). Las variables climáticas se obtuvieron de la estación climatológica Totoliboqui, la más cercana al sitio experimental (3 km.). Las variables de campo medidas fueron: Rendimiento de grano al 14% de humedad, días a floración femenina, altura de planta (cm), peso de mazorca y peso de 1000 (g),

las cuales se analizaron estadísticamente (Olivares, 2015) y las medias fueron separadas por DMS ($p \leq 0.05$).

3. Resultados y discusión

En la Figura 1 se presentan los resultados obtenidos por fecha de siembra, estos están agrupados mensualmente, los mayores rendimientos de grano se presentaron en las fechas del mes de noviembre con $14,132 \text{ kg ha}^{-1}$, seguido del mes de diciembre y enero con $13,013$ y $10,535 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente. De igual forma la agrupación por períodos mostraron que el período 1. fechas 1, 2 y 3, que comprende del 3 de noviembre al 7 de diciembre, registraron producciones de $14,181$, $14,082$ y $13,088 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente, y una media de $13,783 \text{ kg ha}^{-1}$. Estas fechas de siembra de excelentes rendimientos, presentan alto riesgo de daño por heladas. Así mismo, se observa el comportamiento de la producción en fechas tardías, período 2, que agrupa las fechas del 21 de diciembre al 25 de enero, registra altos rendimientos de grano con un promedio de $11,336 \text{ kg ha}^{-1}$ con riesgo de daño por heladas mucho menor, ya que en estas fechas de siembra tardías se conjugan varios aspectos, la duración de la etapa de emergencia se alarga de 10 a 12 días y el desarrollo vegetativo inicial del cultivo es muy lento con baja cobertura y menor exposición de área foliar que pudiera dañarse, si llegara a presentarse bajas temperaturas, así mismo si existiera daños ligeros, el cultivo los desecha rápidamente debido a que el punto de crecimiento se encuentra por debajo de la superficie del suelo. En el período comprendido entre el 15 de diciembre y el 31 de enero, se han presentado históricamente, alrededor del 80% de los días con temperaturas iguales o menores a 2°C . Ortega *et al.* (2003). De acuerdo con Ortega *et al.* (2003), Las fechas de siembra más favorables para producir maíz en el sur de Sonora, se ubican del 10 de septiembre al 31 de octubre, lo cual coincide con lo expuesto por Montoya y Valenzuela, (2017) y (Félix, Ortiz, Fuentes, Quintana y Grageda, 2009), de que la producción está sujeta a las variaciones del clima que se presentan y que modifica en gran medida el potencial de rendimiento de la planta. Durante el presente ciclo, de acuerdo al registro de la estación climatológica Totoliboqui, no se presentaron bajas temperaturas ($< 2^\circ\text{C}$) que pudieran dañar el cultivo de maíz, así mismo, el número de horas frío registradas en diciembre y enero fueron de las más bajas, comparadas con otras estaciones climatológicas. (Remas, (2018).

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$). para rendimiento entre fechas de siembra, mientras que, para híbridos e interacción, no se encontraron.

En el Cuadro 1, se presenta el rendimiento de grano por fecha de siembra y su

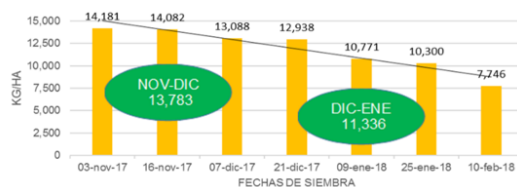


Figura 1. Rendimiento de maíz por fechas y períodos de siembra O-I 2017-18. Fuerte Mayo. CENEB

significancia estadística, así como los principales componentes del rendimiento, se aprecia que el peso de 1000 granos, peso de mazorca y peso de grano por mazorca fueron lo que explicaron mayormente el potencial de rendimiento, con un resultado mayor en las primeras fechas de siembra, disminuyendo en forma lineal con fechas tardías.

En relación con los híbridos evaluados, el mayor rendimiento de grano ($14,973 \text{ kg ha}^{-1}$) se registró en la fecha del 16 de noviembre con el genotipo Armadillo, así mismo este material supero en rendimiento en 726 kg ha^{-1} en promedio, a través de fechas de siembra, al híbrido DK-2038. No se observó diferencia en el rendimiento promedio entre híbridos a través de fechas de siembra.

Cuadro 1. Rendimiento de maíz y variables medidas por fechas de siembra. ciclo O-I 2017-18 Fuerte-mayo. CENEB

Fecha de siembra	Rendimiento (kg/ha)	Significancia estadística	Peso 1000 granos (g)	Peso mazorca (g)	Peso grano mazorca (g)
03-nov-17	14,181	a	370	205	178
16-nov-17	14,082	a	340	192	160
07-dic-17	13,088	a	332	182	154
21-dic-17	12,938	a	333	169	143
09-ene-18	10,771	b	302	135	115
25-ene-18	10,300	b	300	128	111
10-feb-18	7,746	c	276	103	90

DMS entre fechas ($p < 0.05$) = 1,520

(+) Medias con la misma letra son iguales ($p < 0.05$).

4. Conclusiones

Las fechas de siembra comprendidas del 15 de diciembre al 25 de enero registraron altos rendimientos de grano, con menor riesgo de daño por heladas. Los híbridos de maíz evaluados registraron excelentes rendimientos. Armadillo supero a DK-2038. Es necesario y prioritario continuar con estas evaluaciones de fechas de siembra en fuerte mayo para corroborar resultados.

Referencias

- Félix V., P., J.E. Ortiz E., G. Fuentes D., J.G. Quintana Q. y J. Grageda G., 2009. Horas frío en relación al rendimiento de trigo. Folleto Técnico No 63. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Norman E. Borlaug. Cd. Obregón, Sonora. p 40.
- INIFAP, (2007). Guía para la asistencia técnica agrícola, área de influencia de la región fuerte-mayo. SEMAY-CENEB-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora. p. 63.
- Montoya C., L. y J.R. Valenzuela B. 2017. Informe Técnico del Proyecto: Monitoreo de rendimiento de maíz en fechas de siembra tardías en el sur de Sonora. Ciclo P-V 2017. En archivo del CENEB-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora. p. 10.
- Red de Estaciones meteorológicas Automáticas de Sonora. (www.siafeson.com/remas). CESAVE, SIAFESON, 2014-2018. Consultado el 30 de julio 2018.

5. Olivares S. E. 2015. Programa de Análisis Estadístico. Versión 1.6. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L.
6. Ortega C., A. O. Cota A., M.J. Guerrero H., J.M. Cortés J., J.E. Ortiz E., L.M. Tamayo E., J.J. Pacheco C., R. Álvarez Z. y P. Félix V. 2003. El cultivo de maíz, una alternativa para el ciclo otoño-invierno en el sur de Sonora. Folleto para productores No 35 INIFAP-CIRNO- Campo Experimental Valle del Yaqui, Cd. Obregón, Sonora, p. 48.
7. Valenzuela B., J.R. y L. Montoya C. 2018. Informe Técnico: Evaluación de ocho híbridos de maíz en el valle del yaqui, Sonora. Ciclo O-I 2016-17. En archivo del CENEB-CIRNO-INIFAP. Cd. Obregón, Sonora. p. 8.

Validación De CV Early California En El Cultivo De Espárrago, En La Región De Caborca, Sonora

Valenzuela Ruiz Manuel De Jesús, Robles Contreras Fabián, Macías Duarte Rubén, Grijalva Contreras Raúl Leonel

INIFAP- Campo Experimental Región de Caborca. Av "S" No. 8 Norte, Caborca, Sonora México. C.P. 83600 valenzuela.manuel@inifap.gob.mx

Resumen

En la región de Caborca, Sonora, el principal cultivo es el espárrago. Actualmente se encuentran establecidas alrededor de 10,000 ha, lo que la convierte en la principal zona productora de espárrago verde del país. Además de la importancia que representa esta superficie a nivel nacional, este cultivo tiene un gran impacto socioeconómico por la derrama económica y por el gran número de jornales que requiere, especialmente durante el periodo de cosecha. El 100% de la producción de la región está orientada al mercado de exportación. El objetivo de esta investigación fue la validación de la variedad Early California de espárrago verde, bajo las condiciones de la región de Caborca Sonora, para diversificar y ampliar el período de cosecha. El cultivar validado, Early California, se comparó con la variedad Brock como testigo. Entre los resultados más sobresalientes en producción, se encontró que en cuanto a precocidad la variedad Early California se comportó más precoz, brotó una semana antes que el testigo regional Brock, ya que su brotación fue mayor al inicio. En rendimiento, la variedad Early California produjo 1032 cajas•ha⁻¹, y rebasó con 227 cajas•ha⁻¹, 22% más al testigo regional Brock.

Palabras Clave: Espárrago, cultivares, calidad y rendimiento.

Abstract

Asparagus is de main crops in the Caborca, Sonora region, currently around 10,000 ha are established, which makes it the main producing area of green asparagus in the country. In addition to the importance of this area at the national level, this crop has a great socio-economic impact due to the economic spill and the large number of wages required, especially during the harvest period, 100% of the production in the region is oriented to the export market. The objective of this research, was the validation of the Early California variety of green asparagus under the conditions of the Caborca Sonora region to diversify and extend the harvest period. The validated cultivar, Early California, was compared with the Brock variety as a control. Among the most outstanding results in production, it was found that in terms of precocity, the Early California variety behaved earlier. It emerged one week before the regional control Brock, since its sprouting was greater at the beginning. In yield, the Early California variety produced 1032 boxes•ha⁻¹ the one that excelled producing 227 boxes•ha⁻¹, 22% more than the regional control Brock.

Key words: Asparagus, cultivars, quality and yield.

1. Introducción

En la región de Caborca, Sonora, actualmente se encuentran establecidas alrededor de 10,000 ha de espárrago, lo que la convierte en la principal zona productora de espárrago verde del país. Por las condiciones climatológicas (desérticas) que presenta la región, hace que este cultivo alcance un excelente desarrollo, lo que se representa en una planta vigorosa, que se refleja en altas producciones, ya que este cultivo requiere temperaturas calientes durante el día, noches frías y baja humedad relativa (Phillips, Dickerson y Hooks, 1995) lo cual se presentan en la región. También se reporta por Aegerter *et al*, 2011, que la principal causa de reducción en rendimiento en las esparragueras, es la presencia de *Fusarium sp.* el cual causa muerte paulatina de las coronas. Además de la importancia que representa esta superficie a nivel nacional, este cultivo tiene un gran impacto por la derrama económica y el gran número de jornales que requiere, especialmente durante el período de cosecha. El 100% de la producción de la región está orientada al mercado de exportación, y es la producción temprana la que muestra mayor atractivo por los precios existentes del producto en el mercado (Navarro y López, 2002). El 50% de la superficie de espárrago en esta región, se encuentra plantada con el cultivar Brock, lo cual hace que la producción se presente en un período de tiempo muy corto (enero 5 a marzo 25, siendo el pico de mayor producción de febrero 20 a marzo 25) aunado que, al incrementarse las temperaturas, máximas superiores a 30°C, y mínimas por encima de 20 °C su calidad disminuye (Aegerter *et al*, 2011).

Trabajos de investigación realizados en la comarca de Aragón, España, indican que, con el uso de nuevos híbridos en sustitución de los materiales establecidos tradicionalmente, aunado a la mejora en las técnicas de cultivo, se mejoró considerablemente la producción y la calidad de los turiones (Albalat, 2005).

No obstante, de que se produce espárrago de excelente calidad, las tendencias del mercado se encaminan hacia la producción de cultivares de mayor precocidad y calidad. Considerando lo anterior se realizó el presente trabajo, cuyo objetivo fue la validación de variedad Early California de espárrago verde bajo las condiciones de la región de Caborca, Sonora para diversificar y ampliar el período de cosecha.

2. Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el campo agrícola “ejido torrentera”, dedicado a la producción de espárrago verde en la región de Caborca, Sonora, en el ciclo otoño-invierno 2017-2018, en un suelo de textura franco arenoso, la plantación se realizó en octubre de 2015, el sistema de plantación fue en camas a 2.0 m de separación, sembrándose dos hileras por cama a una separación entre hileras de 50 centímetros entre hileras, el sistema de riego fue por goteo, con cinta enterrada en medio de las dos hileras a una profundidad de 30 cm, con un gasto de 1.2 l h⁻¹, con una separación de goteros de 30 cm. La plantación se realizó de semilla, se le aplicó una lámina de agua total de 160 cm, con una fertilización de 300 unidades de nitrógeno, 100 de

fósforo y 150 unidades de potasio. La variedad validada fue Early California y Brock como testigo. El manejo agronómico que se le aplicó fue el recomendado por el INIFAP en la región para plantaciones en producción. La suspensión del riego se realizó el 30 de octubre, el desvare se realizó el 20 de diciembre, posteriormente una vez después de quemar el follaje se inició con un riego de 48 hrs, este se dio en diciembre 28 y el inicio de cosecha fue en enero 3. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar y constó de cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Fenología, rendimiento y calidad.

3. Resultados y discusión

Es importante mencionar que los datos de las variables evaluadas corresponden al primer año de producción, después del ensayo.

Fenología. Respecto al inicio de brotación. la variedad Early California inició la brotación 8 días antes (enero 6), que la variedad testigo (Brock). Esta precocidad en la brotación se reflejó en un mayor número de cajas de corte por hectárea que el testigo Brock (Figura 1), lo cual no coincide con un trabajo de evaluación de variedades realizado en la Costa de Hermosillo por Fierro, Chávez, Maldonado y Sabori, (2007), los cuales mencionan que la variedad Brock se comportó como la más precoz, ya que se cosechó un mes antes que Atlas.

Rendimiento. Es importante mencionar que este fue el primer año de producción, iniciando la cosecha en enero 6 y se dejó de cortar en abril 27 en ambas variedades. El rendimiento total en cajas de 30 lb empacadas/ha de cada variedad se presenta en la Figura 2, aunque no se presentaron diferencias estadísticas (Tukey $p \leq 0.05$), se puede observar la tendencia que el mayor rendimiento (1032 cajas/ha), se obtuvo con la variedad Early California. Estos resultados son concordantes con lo reportado por Fierros *et al.* (2007) en evaluación de variedades en la Costa de Hermosillo, donde la variedad Brock fue superada por otros materiales.

Calidad de Turiones (Calibres). El criterio para clasificar la calidad de turiones, fué de acuerdo a los requerimientos de California (U.S.A.) y éste consiste en medir el diámetro de la base del turión y se clasifican como Small (3,5/16), Standart (7/16), Large (9/16), Extralarge (10/16), Jumbo (12/16) y Extrajumbo ($>13/16$). Otro criterio que se tomó en cuenta para realizar la cosecha es que sólo se cortaron los turiones que tenían un largo de 9 a 10 pulgadas de color verde (de la base a la punta). Aunque estadísticamente no se observaron diferencias significativas (Tukey $p \leq 0.05$) entre los calibres en ambas variedades, en general el mayor porcentaje de calibres correspondió a las clasificaciones de estandar a large, aproximadamente con el 75% de la producción (Figura 3).

Otra variable importante de calidad es el peso específico de los turiones, y este se obtuvo del promedio de todos los calibres. Aunque estadísticamente no se observaron diferencias significativas (Tukey $p \leq 0.05$) el peso fue ligeramente mayor en la variedad Brock con 16.3 gr/turion, y 16.2 gr/turion, en la variedad Early California (Figura 4).

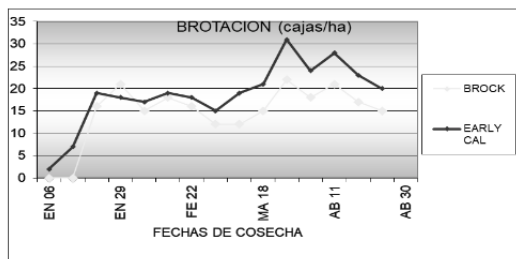


Figura 1. Comportamiento de la brotación (cajas/ha) de dos cultivares de Espárrago en la región de Caborca, Sonora. INIFAP-CECH.

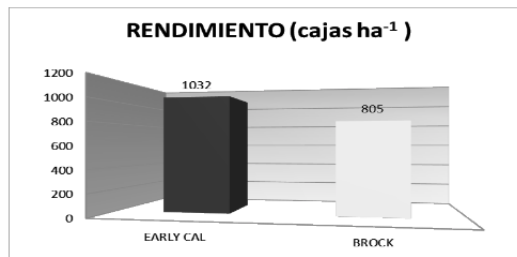


Figura 2. Rendimiento (cajas/ha de 30 lb) dos variedades de espárrago. INIFAP - CECH. 2018

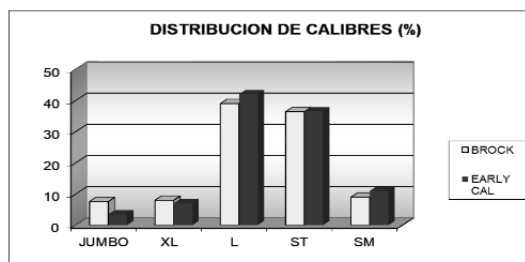


Figura 3. Comportamiento de la calidad de turiones de dos variedades de espárrago. INIFAP CECH. 2018

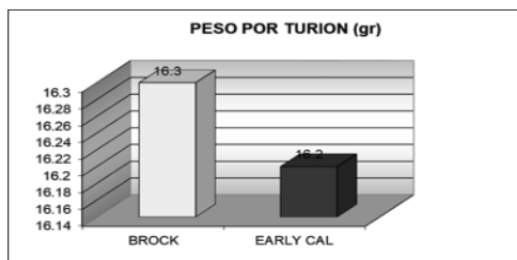


Figura 4. Comportamiento del peso de turión (g) de dos variedades de espárrago. INIFAP - CECH. 2018

4. Conclusiones

De acuerdo a sus características de calidad, color época de cosecha y producción, la variedad Early California se comportó como una variedad precoz y con mayor rendimiento para explotarse comercialmente en la región de Caborca, Sonora.

Referencias

1. Aegerter B., Cahn M., Koike S., Smith R., Hartz T. y Suslow T. (2011). Asparagus Production in California. Vegetable Production Series. UC. Vegetable Research & Information Center. Publication 7234. 6pp
2. Albalat, B. A. (2005). EL ESPÁRRAGO VERDE Resultados del seguimiento de su cultivo en la comarca del Bajo Aragón. Centro de Técnicas Agrarias, Gobierno de Aragón. Zaragoza, España. Informaciones Técnicas Num. 151, 12p.
3. Fierros L. G. A., Chávez C. M., Maldonado N. L. A y Sabori P. R. (octubre, 2007). Adaptación de tres variedades de Espárrago verde en la costa de Hermosillo, Sonora. Trabajo presentado en el X congreso internacional de ciencias agrícolas. Pp 298-302.
4. Navarro, J.A.C. y Lopez C. A. (2002). Tecnología para el manejo del Espárrago en el noroeste de Sonora. Publicación técnica No.6. INIFAP-CECAB. pp. 1.
5. Phillips R., Dickerson G. W. y Hooks R. (1995). Commercial production of asparagus in New Mexico. Guide H-227. University New Mexico State. Pp 1.

Características De Calidad En Variedades De Naranja Temprana, Como Opción De Cultivo En El Sur De Sonora

Vázquez Curiel Rosa Amelia¹, Aréchiga Carrillo María Balvaneda¹, Limón Reynoza Gloria Alicia¹, Samaniego Russo Jesús Arturo¹, Lozano Cota Luis Manuel¹, Ramírez Barreras Iliana María²

¹División de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Sonora, Unidad Regional Sur Lázaro Cárdenas # 100, Col. Francisco Villa CP. 85880, Navojoa, Sonora, México

²Estudiante del programa de Químico Biólogo Clínico de la Universidad de Sonora, Unidad Regional Sur Lázaro Cárdenas # 100, Col. Francisco Villa CP. 85880, Navojoa, Sonora, México.

ilianamrb@gmail.com

Resumen

La reconversión productiva en el sur de Sonora se inició con la plantación de frutales como cítricos con una superficie aproximada de 4,500 ha. Actualmente resurge la inquietud de los productores por plantar especies de cítricos, en especial naranja y se plantea la incógnita de qué variedades de naranja temprana son las mejores para el sur de Sonora. El objetivo de este trabajo consistió en determinar al menos una variedad temprana de naranja con buenas características en calidad como una alternativa de cultivo para el Sur de Sonora. Las variedades de naranja temprana evaluadas fueron: Marrs, Salustiana, Hamlin, Trovita y Cadenera, las cuales se encuentran plantadas a una separación de 8 x 4 m, se utilizaron 3 plantas por cada material, donde cada planta es una repetición; el diseño experimental utilizado fue completamente al azar con tres repeticiones. La variable evaluada y analizada estadísticamente fue la calidad de fruto con las variables: peso por fruto (g), semillas por fruto, jugo por fruto (ml) porcentaje de jugo, porcentaje de sólidos solubles, acidez y la relación grados Brix/acidez. Los resultados obtenidos permiten establecer que en todas las variedades existe una buena correlación entre los atributos sensoriales de sabor ácido y dulce con el % de acidez expresada en ácido cítrico y la concentración de azúcares totales en g/100 mL de jugo y esto es de vital importancia debido a que la relación grados Brix/acidez es la responsable de la gustocidad que tienen las diferentes variedades para el consumidor.

Palabras Clave: Jugo de naranja, Calidad.

Abstract

The productive reconversion in southern Sonora began with the planting of fruit trees such as citrus with an approximate area of 4,500 ha. Currently, there is a resurgence of concern among producers for planting citrus species, especially orange, and the question of which early orange varieties are best for southern Sonora is raised. The objective of this work was to determine at least one early variety of orange with good quality characteristics as an alternative crop for Southern Sonora.

The early orange varieties to be evaluated are: Marrs, Salustiana, Hamlin, Trovita and Cadenera, which are planted at a separation of 8 x 4 m, 3 plants were used for each material, where each

plant is a repetition; The experimental design used was completely randomized with three repetitions. The variable evaluated and analyzed statistically was the quality of fruit with the variables weight per fruit (g), seeds per fruit, juice per fruit (ml) percentage of juice, percentage of soluble solids, acidity and the Brix degrees / acidity ratio.

The results obtained allow to establish that in all the varieties there is a good correlation between the sensory attributes of acid and sweet taste with the% of acidity expressed in citric acid and the concentration of total sugars in g / 100 mL of juice and this is vital importance and the relationship Brix degrees / acidity is responsible for the taste that different varieties have for the consumer.

Key words: Orange juice, Quality.

1. Introducción

En el año 2004 en México se contaba con 523, 505 ha de cítricos donde la naranja ocupaba el 61.7% y el limón el 26.9% de la superficie total (FAOSTAT, 2014). En el sur de Sonora se encuentran plantadas alrededor de 3500 ha de cítricos, principalmente variedades de naranja valencia (*Citris sinensis*) tardía. Después de permanecer detenido el crecimiento de plantaciones por cerca de diez años, resurge el interés del productor por realizar nuevas plantaciones, con el objetivo de presentar una oferta más amplia en el periodo de producción anual. Esta situación plantea la necesidad de generar información relativa a la búsqueda de alternativas varietales de maduración temprana para nuestra región. En este contexto, el objetivo del trabajo consistió en determinar al menos una variedad temprana de naranja con buenas características en calidad como una alternativa de cultivo para el sur de Sonora.

2. Materiales y métodos

La huerta donde se realizó el estudio se ubica en el Sahuaral, Etchojoa en el sur de Sonora, pertenece al área de influencia del Sitio Experimental Valle del Mayo, situado entre los 26° 41' y 29° latitud Norte y entre los meridianos 109° 12' y 109° 41' longitud Oeste, a una altura de 47.8 msnm. La huerta se estableció el mes de marzo del 2006 y para el estudio el arreglo de plantación es de 8 x 4 m de separación entre plantas establecidas bajo riego por micro aspersión. Se evaluaron las variedades tempranas: Marrs, Salustiana, Hamlin, Trovita y Cadenera sobre patrón Carrizo, adicional también Hamlin sobre Volkameriana; el diseño experimental utilizado fué completamente al azar con tres repeticiones, con la excepción de la última combinación que tiene dos repeticiones. Las variables a evaluar fueron: semillas por fruto, jugo por fruto (ml), porcentaje de sólidos solubles, acidez y la relación grados Brix/acidez.

Las variables de calidad de fruto (acidez, grados Brix y relación grados Brix/acidez, fueron monitoreadas a través del tiempo que duró la evaluación (16 de octubre, 5 de noviembre, 25 de noviembre y 8 de diciembre), se tomaron como muestras 5 frutas por árbol, en tres árboles y se mezcló el jugo de cada árbol para determinar las variables de grados Brix y acidez. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Química de la Universidad de Sonora y el manejo del agua

se hizo en base a la especie de naranja y variedades tempranas en evaluación, el monitoreo y control de plagas y enfermedades que se presentaron fueron controladas. Se aplicó análisis de varianza (ANOVA) para cada variable y se aplicó la prueba de Tukey 0.05 para el análisis de medias.

3. Resultados y discusión

Los resultados para la variable peso del fruto indican una diferencia altamente significativa entre las variedades evaluadas, son superiores, e igualdad entre ellas Hamlin sobre portainjerto Volkameriana (Hamlin/v) y Hamlin sobre Carrizo (Hamlin/c) con peso de 262.1 y 240.3 g respectivamente, superiores a Trovita con 198 y a la vez, superior estadísticamente a Marrs, Salustiana y Cadenera, con 155.6, 153.2 y 150.7 g respectivamente. El porcentaje de jugo en fruto osciló entre 32.2 y 43.9%, los mejores resultados obtenidos fueron para Cadenera y Marrs con un porcentaje de jugo por fruto de 43.9 y 39.8%, respectivamente. En cuanto a la cantidad de jugo por fruto se notaron mejores resultados para las variedades Hamlin/v y Hamlin/c con un contenido de jugo por fruto 84 y 80.6 ml respectivamente, ésta última igual a Trovita y Cadenera con 67.6 y 66.6 ml, a su vez éstas dos últimas son, estadísticamente, iguales a Marrs y Salustiana con 66.7 y 64.1 ml respectivamente. En cuanto a la cantidad de semillas por fruto los mejores resultados son de la variedad Marrs con 6.4 semillas, le sigue Trovita con 3.5 igual estadísticamente a Cadenera, Salustiana y Hamlin /c con 3.1, 3 y 2.8 respectivamente, éstas tres últimas iguales a Hamlin /v con 1.3 semillas por fruto. La representación gráfica de estas variables se muestra en la Figura 1.

Las determinaciones de acidez, en el primer muestreo, indican que el valor más alto fue para la variedad Salustiana (1.55) y el menor valor lo presentó Marrs con 0.68; en el segundo muestreo los valores más altos fueron de nuevo para Salustiana con 1.45, le siguió Cadenera con 0.81, el menor valor fue para Trovita con 0.56; para el tercer muestreo sigue la variedad Salustiana con la cifra más alta de 1.33 y la menor es para Trovita con 0.44 y en el cuarto muestreo la mayor acidez fue para Hamlin/c con 0.61 y el menor lo presentó Trovita de nuevo con 0.37. En la Figura 2 se observa que conforme avanzan los muestreos hay cambios muy significativos en esta variable.

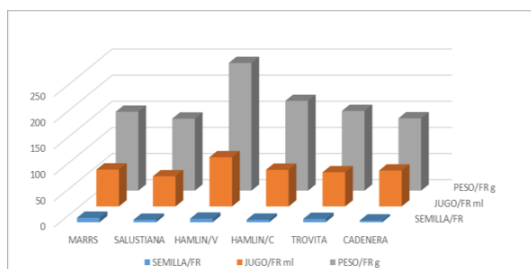


Figura 1. Peso, % de jugo y semillas por fruto en las cinco variedades consideradas en el estudio

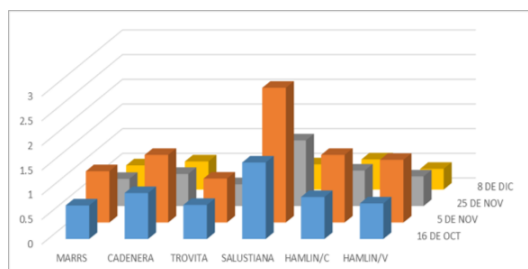


Figura 2. Acidez presentada por las muestras durante los 4 muestreos realizados

La relación grados Brix/acidez es la responsable de la gustocidad que tienen las diferentes variedades, observamos que en el primer muestreo todas las variedades tienen una relación superior a 14 lo cual es bastante aceptable para consumo con excepción de Salustiana que tiene un valor de 7.8, comportándose en forma más hacia el grupo de variedades tardías; el segundo muestreo el mayor valor lo alcanzó el cultivar Trovita con 25.3 y el menor Salustiana con 8.7; en el tercer muestro Trovita tiene la relación más alta con 32.6; durante el cuarto muestreo esta relación osciló entre 25.5 y 38.7 con Hamlin/v y Trovita respectivamente. Gráficamente esta información se muestra en al Figura 3.

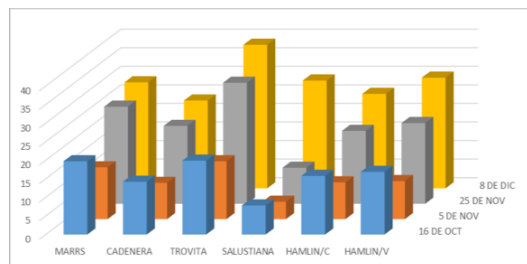


Figura 3. Relación Acidez/Grados Brix presentada por las muestras analizadas

El análisis de varianza para el diámetro polar del fruto indica una diferencia altamente significativa entre las variedades evaluadas, se observa que son superiores, e igualdad entre ellas Hamlin/v y Hamlin/c con diámetro polar de fruto de 85.4 y 81.1 mm respectivamente, superiores a Trovita y Salustiana con 74.4 y 69.1 iguales entre sí, y ésta última igual a estadísticamente a Marrs y Cadenera con 66.7 y 64.1 mm, respectivamente.

Para el diámetro ecuatorial los resultados indican que son superiores, Hamlin/v, Hamlin/c y Trovita con valores de 78.3, 76.3 y 73.9 mm respectivamente, a Marrs, Salustiana y Cadenera, con 66.3, 66.2 y 65.7 mm respectivamente.

4. Conclusiones

Los requerimientos legales comúnmente llamados estándar de madurez, son realmente necesidades mínimas de calidad que debe reunir la fruta para llegar al mercado y se basan en el color, contenido de jugo, grados brix, acidez y la relación grados brix/acidez (Camacho., R. Kaufman and May 1974).

Para el caso particular del estudio, los resultados obtenidos permiten establecer que en todas las variedades existe una buena correlación entre los atributos sensoriales de sabor ácido y dulce con el % de acidez expresada en ácido cítrico y la concentración de azúcares totales en g/100 mL de jugo y esto es de vital importancia debido a que la Relación grados Brix/acidez es la responsable de la gustocidad que tienen las diferentes variedades para el consumidor.

Referencias

1. Broman, B.J. 2002. Water and Florida Citrus: Use, Regulation, Systems, and Management. University of Florida, pp 602.

2. Durón N., L.J.; B. Valdez., H. Nuñez M. y Gonzalez, V. F. 1990. El naranjo en la Costa de Hermosillo. Folleto técnico No 6. SARH-INIFAP-CIFAPSON-CECH. México. FAOSTAT. 2004. <http://faostat.fao.org/>
3. Garza *et al.*, 2004. Cultivares de naranja temprana y tardía para el trópico de Colima. Folleto técnico No 3. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-CETECO.
4. Gutiérrez, P. E. 1998. El cultivo de cítricos en Baja California Sur. INIFAP-CIRNO. Marco de referencia inédito.
5. Hall, C. B. 1968. Changes in titrable acidity of tomato fruits subjected to low temperature. Hort Science 3: 37-38. (7).
6. Harding P. L.; J. R. Winton and D. F. Fisher 1940. Seasonal changes in Florida oranges. U.S. Department of agriculture. Technical bulletin No. 753 85 p.
7. Morín, C. 1985. Cultivo de cítricos. Serie de Libros y Materiales educativos IICA Num. 39. 607 p.
8. Nagy, S. and J. Attaway 1980. Citrus nutrition and quality am. Chem. Soc., Washington, D. C. (10).
9. Reuther, W. F. 1988. Climate and fruit quality. Pp. 9-23. In: J. J. Ferguson y W. F. Wardowski. Factors affecting fruit quality. Florida Cooperative Extension Service. University of Florida. IFAS. USA. (12)
10. Samaniego-Russo, J.A. *et al.*, 2015. Portainjertos y variedades de cítricos en el sur de Sonora. Folleto Técnico No 95. INIFAP-CIRNO-CENEB.
11. Tucker, D.P.H., *et al.*, 1995. Nutritión of Florida Citrus Trees. University of Florida. Pp 61.

Extracto De Alga Marina *Acanthophora Specifica* En El Cultivo De Chile (*Capsicum Annuum L.*)

Zamora Salgado Sergio¹, Loa Zárata José Luis², Castro Burgoin Ismael², Ruiz Espinoza Francisco Higinio¹, Loya Ramírez, José Guadalupe¹, Beltrán Morales, Félix Alfredo¹

¹Profesor-investigador szamora@uabcs.mx

²Alumno egresado. Universidad Autónoma de Baja California Sur

Resumen

La aplicación de extractos de algas marinas como bioestimulante orgánico es una práctica aceptada en la agricultura debido a su efecto benéfico y su incorporación al suelo, incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos. En la bahía de La Paz, las algas se encuentran comúnmente en la zona submareal de Punta Roca Caimancito. Por ello, el objetivo que se planteó en el presente trabajo fue utilizar extracto del alga *Acanthophora specifica* como biofertilizante, en el cultivo de chile. El trabajo se llevó a cabo en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Los tratamientos considerados fueron diferentes dosis del extracto de alga: 0 (testigo), 15, 20, 25 y 30 mL L⁻¹, en un diseño completamente al azar con 4 repeticiones. La siembra se realizó en charolas y se trasplantó en bolsas de plástico con dimensiones de 20 cm de diámetro y 30 cm de altura. Se llenaron con sustrato con una relación de arena-suelo (3:1), a las que se les adhirió composta de origen bovino con una proporción equivalente a 10 ton ha⁻¹. El riego se aplicó utilizando 1 gotero de 2 lph por maceta. Las variables consideradas fueron diámetro, longitud y peso del fruto. Los resultados señalan que no existió diferencia significativa entre tratamientos en ninguna de las variables de estudio, sin embargo, el tratamiento de 20 mL L⁻¹ reflejó mejores resultados en la longitud y peso del fruto y, el tratamiento de 25 mL L⁻¹, lo fue en el diámetro del fruto.

Palabras Clave: Biofertilizantes, Algas marinas, *Acanthophora specifica*.

Abstract

The application of marine algae extracts as organic biostimulant is an accepted practice in agriculture, due to its beneficial effect and, that its incorporation to the soil increases the harvests and favors the quality of the fruits. The algae are commonly found in the subtidal zone of Punta Roca Caimancito. Therefore, the objective that was raised in the present work was to use extract of the algae *Acanthophora specifica* as biofertilizer, in the culture of chili. The work was carried out at the Autonomous University of Baja California Sur. The treatments considered were different doses of the alga extract: 0 (control), 15, 20, 25 and 30 mL L⁻¹, in a completely random design with 4 repetitions. The sowing was carried out in trays and transplanted in plastic bags with dimensions of 20 cm in diameter and 30 cm in height. They were filled with substrate with a sand-soil ratio (3: 1), to which compost of bovine origin was adhered with a proportion equivalent to 10 t ha⁻¹. The irrigation was applied using 1 dropper of 2 lph per pot. The variables considered were diameter, length and weight of the fruit. The results indicate that there

was no significant difference between treatments in any of the study variables, however, the treatment of 20 ml l⁻¹ showed better results in the length and weight of the fruit and, the treatment of 25 mL L⁻¹, it was in the diameter of the fruit.

Key words: Biofertilizers, Seaweed, *Acanthophora spicifera*.

1. Introducción

La aplicación de algas marinas extractos como bioestimulante orgánico se está convirtiendo rápidamente práctica aceptada en la agricultura debido a su efecto benéfico (Beryln y Russo 1990). La incorporación de algas al suelo incrementa las cosechas favorece la calidad de los frutos básicamente porque se administra a los cultivos, no sólo todos los macro y micronutrientes que requiere la planta, sino también 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento (Crouch y Van Staden. 1992). En particular, Blaine, Zimmerman, Crouch y Van Staden. (1990) reportaron un incremento en los rendimientos y la buena calidad de los frutos como efecto del uso de las algas marinas y/o sus derivados en la agricultura se debe a que las algas marinas contienen todos los elementos mayores, menores y elementos traza que ocurren en las plantas. Por otra parte, Ávila, Méndez-Trejo, Riosmena-Rodríguez, López-Vivas y Senties (2012) hacen el primer registro de *Acanthophora spicifera* en las costas del Pacífico de México; señala que es una especie nativa de la costa de Florida que tiene una amplia distribución en los mares tropicales y subtropicales del mundo. En la bahía de La Paz se encuentran comúnmente en la zona submareal de Punta Roca Caimancito (Figura 1), donde forma parte de un pequeño arrecife donde varios organismos (flora y fauna) se benefician de la protección y el sustrato disponible (Aguilar, 2014).

El cultivo de chile (*Capsicum* spp.) en México tiene gran importancia social y económica debido a que es un producto de exportación (> 600 mil toneladas de chile verde), y a que tiene amplia distribución y un consumo cada vez más generalizado. El consumo per cápita varía entre 8 y 9 kg, del cual 75% se consume en fresco. En el país se producen anualmente 1.9 millones de toneladas y de éstas, alrededor de 700 mil toneladas se destinan al comercio exterior (Castellón-Martínez, Chávez-Servia, Carrillo-Rodríguez y Vera-Guzmán, 2012).

Con base a los antecedentes mencionados, el presente trabajo plantea como objetivo utilizar el extracto del alga *Acanthophora spicifera* como biofertilizante en el cultivo de chile, como única variante.

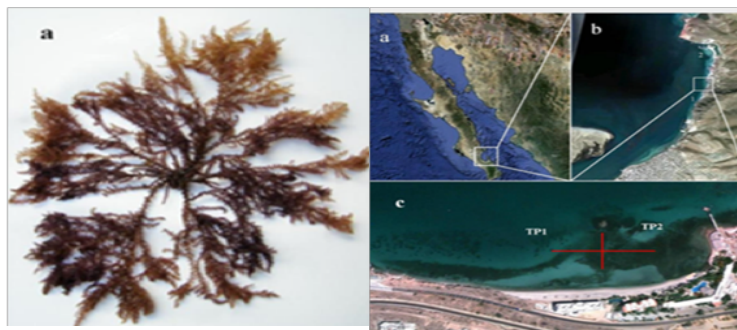


Figura 1. *Acanthophora spicifera* y Área de distribución (Punta Roca Caimancito BCS)

2. Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el campo agrícola de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS); se localiza en 24°10' LN y 110°19' LW a 18.5 msnm. Los tratamientos consistieron en dosis del extracto de alga *Acanthophora spicifera*: 0 (testigo), 15, 20, 25 y 30 mL por litro de agua. Los extractos se realizaron con el método de maceración. Una vez molidas las algas se introdujeron en un recipiente cerrado y se cubrieron con alcohol por un periodo de 4 semanas, dando una leve agitación cada semana. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 4 repeticiones. La siembra se realizó en charolas de 200 cavidades y se trasplantó en bolsas de plástico con dimensiones de 20 cm de diámetro y 30 cm de altura. Estas se llenaron con sustrato previamente preparado con una relación de arena-suelo (3:1), a las que se les adhirió composta de origen bovino con una proporción equivalente a 10 ton ha⁻¹. El riego se aplicó utilizando un sistema con goteo colocándose 1 gotero de 2 lph por maceta. En el riego previo a la siembra consideró las propiedades físicas del suelo para llevarlo a capacidad de campo. Los riegos de auxilio se realizaron cada tercer día por un tiempo de 2 horas. La fertilización se hizo con base en el extracto del alga *Acanthophora spicifera*, siendo las dosis los tratamientos mencionados. Las aplicaciones se realizaron de forma foliar una vez por semana. Durante el experimento hubo incidencia de mosquita blanca, pulgón y mildiu. Las variables consideradas en la calidad del fruto fueron: longitud, diámetro y peso del fruto. La Figura 2 muestra la siembra de charolas, la distribución de las macetas en campo y, el desarrollo del cultivo.



Figura 2. Siembra, trasplante y desarrollo del cultivo de chile

3. Resultados y discusión

El Cuadro 1 muestra los resultados de medias de las variables consideradas para determinar la calidad del fruto cultivo de chile en respuesta a la aplicación del extracto de alga, así como el error estándar

En las tres variables de estudio, al realizar el análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas a la aplicación del extracto de *Acanthophora*. Sin embargo, se puede observar que la dosis de 20 mL L⁻¹ presentó la mayor longitud del fruto, superando con 0.93 cm al obtenido con la dosis de 15 mL L⁻¹. Respecto al diámetro, se observa que la mayor longitud se obtuvo al aplicarse 25 mL L⁻¹, superando en un 11% al tratamiento de 20 mL L⁻¹ en el que se observó mejor repuesta en la variable anterior. En el rendimiento se observa que el tratamiento de 20 mL L⁻¹, fue el que mejor respuesta obtuvo, que representó un diferencial de 49% con el testigo. Estos

resultados son coincidentes con lo reportado por Norrie y Keathey (2005), quienes señalan que los biofertilizantes a base de extractos de alga tienen efecto en el desarrollo de los cultivos; con los reportado por Mendoza (2016) quien señala un mayor diámetro en respuesta a la fertilización con 5 mL L⁻¹ de un fertilizante a base de alga. Asimismo, con lo reportado por Povolny (1969), quien señala que la adición de alga incrementa el rendimiento del pepino en más del 40%; con Mendel (2014), quien reportó un incremento de 13.9% el rendimiento de fruto de la vid y 3.04% los grados brix; con Huez I.M.A., López E.J. Jiménez L.J., Rueda P.E., Huez M.J.A. (2015), quienes señalan incrementos en el bulbo y rendimiento de ajo, a la aplicación de alga marina (*Acadian* y *maxifruit*).

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas del fruto del chile ($\bar{X} \pm E \cdot E$)

Variable	Dosis (mL/L)				
	0	15	20	25	30
Longitud (cm)	5.30 ± 0.25	4.77 ± 0.50	5.85 ± 0.45	5.50 ± 0.32	5.84 ± 0.69
Diámetro (cm)	1.78 ± 0.04	1.81 ± 0.05	1.76 ± 0.03	1.92 ± 0.15	1.79 ± 0.11
Peso (gr)	9.51 ± 0.57	9.60 ± 1.08	14.18 ± 3.11	10.13 ± 1.08	13.91 ± 3.86

4. Conclusiones

En el presente trabajo, el análisis estadístico no reflejó diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, se pudo constatar el efecto que tiene la aplicación del extracto de *Acanthophora specifera* en el desarrollo y rendimiento del fruto del cultivo de chile. El tratamiento que mejor reflejó esto fue el de 20 mL L⁻¹, en las variables de diámetro y peso del fruto. A manera de recomendación, será necesario realizar un análisis económico para determinar la viabilidad del uso de la *Acanthophora specifera* como una opción en la fertilización de cultivos.

Referencias

1. Aguilar Rosas, L.E., Flores Pedroche F y. Zertuche-González J.A. 2014. Algas marinas no nativas en la costa del Pacífico Mexicano, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 211-222.
2. Ávila, E., M.C. Méndez-Trejo, Riosmena-Rodríguez R., López-Vivas J.M y. Sentías A. 2012. Epibiotic traits of the invasive red seaweed *Acanthophora specifera* in La Paz Bay, South Baja California (Eastern Pacific). Mar. Ecol. 33:470-480.
3. Berlyn, G.P. and Russo R.O. 1990. The use of organic biostimulants to promote root growth. Belowground Ecology 2:12-13.
4. Blaine, M., W.J. Zimmerman, I. Crouch y J. Van Staden. 1990. Agronomic uses of seaweed and microalgae. pp. 267-307. In: Akatuska I. Introduction to applied phycology. SPB Academic Publishing BV, The Hague, The Netherlands.
5. Castellón-Martínez, E., Chávez-Servia, J. L., Carrillo-Rodríguez, J. C., & Vera-Guzmán, A. M. (2012). Preferencias de consumo de chiles (*capsicum annum* l.) nativos en los Valles Centrales de Oaxaca, México. Revista fitotecnia mexicana, 35(spe. 5), 27-35.

6. Crouch y Van Staden Crouch, L. y J. Van Staden. 1992. Evidence of the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. Department of Botany, University of Natal, Republic of South Africa. Ed. Kluwer Academic Publishing. The Netherlands.
7. Huez I.M.A., López E.J. Jiménez L.J., Rueda P.E., Huez M.J.A. 2015. Fertilización complementaria con algas marinas en el cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) bajo riego por goteo en la Costa de Hermosillo. Memoria. XVIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas.
8. Mendel López G. 2014. Fertilización a base de extractos de algas marinas y su relación con la eficiencia del uso del agua y de la luz de una plantación de vid u su efecto en el rendimiento y calidad de frutos. Tesis Maestría Universidad Autónoma Antonio Narro.
9. Mendoza Muñoz, H. A. 2016. Respuesta a la aplicación de fertilizantes foliares orgánicos en la productividad del cultivo del pepino *Cucumis sativus* L (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).
10. Norrie, J. and Keathley, J.P. 2006. Benefits of *ascophyllum nodosum* marine plant extract applications to 'thompson seedless' grape production. *acta hortic.*727, 243 -248 doi: 10.17660/actahortic.2006.727.27. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.727.27>
11. Povolny, M. 1969. Investigations on the effectiveness of seaweed extract on yield and quality of pickling cucumbers. *Hort. Abstr.*64:857.

Combro-743 Variedad De Garbanzo Tipo Kabuli Para Zonas Productoras De Noroeste Y El Bajío México

Valenzuela-Herrera Victor¹, López Guzmán Jesús Asunción¹, Ortega Murrieta Pedro Francisco², Velarde Félix Sixto¹, Ramírez Soto Milagros¹, Melgoza Villagómez Claudia María³, Gutierrez Pérez Erasmo³, Fierros Leyva Gustavo Adolfo², Acosta Gallegos Jorge Alberto⁴, Padilla Valenzuela Isidoro⁵, Rodríguez Cota Franklin Gerardo⁶, Saucedo Acosta Raúl Hipólito⁶

¹Campo Experimental Valle de Culiacán, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Carretera Culiacán-Eldorado Km. 17.5 C.P.80000. Culiacán, Sinaloa, México. valenzuela.victor@inifap.gob.mx

²Campo Experimental Costa de Hermosillo, (INIFAP). Pascual Encinas No. 2, Col. La Manga, Hermosillo Sonora

³Campo Experimental Todos Santos, (INIFAP). Agricultura entre México y Durango, Emiliano Zapata, La Paz, Baja California Sur

⁴Campo Experimental Bajío, (INIFAP). Carretera Celaya-San Miguel de Allende km 6.5, Celaya, Guanajuato

⁵Campo Experimental Norman E. Borlaug, (INIFAP). Calle Norman E. Borlaug km 12, Valle del Yaqui, Cd obregón Sonora

⁶Campo Experimental Valle del Fuerte, (INIFAP). Carretera Internacional México-Nogales km 1609, Juan José Ríos, Sinaloa

Resumen

El noroeste de México, es el área de mayor producción de garbanzo blanco para exportación y la región donde se produce el grano de mayor calidad en México. Como resultado de los trabajos de mejoramiento genético por parte del INIFAP en México, se describe la variedad comercial “Combo-743” con grano de exportación. Combo-743 se derivó de la cruce simple; Progreso-95 x Blanco Sinaloa-92, la cual se adapta a todas las regiones de producción, sin embargo, los mejores rendimientos se han obtenido para las regiones productoras del estado de Sinaloa. La planta de Combo-743 es semierecta, la flor es de color blanco y su vaina es de tamaño medio, su grano es de color blanco cremoso, de rugosidad pronunciada, similar al de Blanco Sinaloa-92. Esta variedad posee una resistencia a la enfermedad de fusariosis vascular causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* raza 5 y susceptibilidad a la pudrición radicular ocasionada por *Fusarium solani* f. sp. *pisi*. El promedio de las evaluaciones de rendimiento a través de las localidades de evaluación, Combo-743 rindió 2,910 kg/ha comparado con 2,677 kg/ha de Blanco Sinaloa-92, su grano es similar a Blanco Sinaloa-92, calibre 40-42 granos/30 g y un promedio de porcentaje de exportación de 95-96%.

Palabras Clave: *Cicer arietinum* L., variedad de garbanzo, exportación.

1. Introducción

El noroeste de México, es el área de mayor producción de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) para exportación, y es la región donde se produce el grano de mayor calidad en el país. En el estado de Sinaloa en el año 2017 se cosecharon 44, 602 ha con un rendimiento promedio de 1,96 ton/ha y una producción de 87,508 ton (SIAP, 2018). Las variedades de garbanzo blanco-cremoso tienen un mayor precio en el mercado internacional, tres veces más que el garbanzo café de tamaño pequeño. En el mercado europeo, se reconocen tres grupos por el diámetro de su semilla, clasificado en grande (> 9mm) mediana (8-9mm) y pequeña (<8mm). El garbanzo con tamaño mayor a 9mm recibe un sobrepeso de \$50 dólares (EUA) por ton (Gowda *et al.*, 2011). Como resultado de los trabajos de mejoramiento genético para desarrollar variedades de garbanzo blanco tipo blanco-cremoso con características de exportación por parte del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en México, se describe la nueva variedad “Combo-743”, con resistencia a enfermedades de la raíz.

Origen. Combo-743 es una variedad de garbanzo tipo kabuli que se originó de la cruce simple Progreso-95 x Blanco Sinaloa 92. Progreso-95 es una variedad de tallo erecto, originada de la cruce de Santo Domingo-82 x ILC-72, esta última es una línea de porte erecto (Gómez y Salinas, 2001). Blanco Sinaloa-92 es la variedad de garbanzo más sembrada en México, cultivada y consumida en diferentes regiones del mundo. Se derivó de la cruce de Santo Domingo-82 x Blanco Lechoso (variedad Española). Actualmente es una de las variedades de mayor calibre (42-46), su color es blanco cremoso, con marcada corrugación, por lo que ha podido penetrar en el mercado de consumo de la variedad española Blanco Lechoso. Posee mayor tolerancia a *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* (Foc) y susceptible a *F. solani* f. sp. *pisi* (Fsp). Su gran aceptación entre los productores de garbanzo del noroeste de México se debe a su alto rendimiento y características de grano cremoso (Gómez, *et al.*, 2003). La cruce Progreso-95 x Blanco Sinaloa-92 se cosechó en forma masal de la F₁ a la F₃ y en la F₄ se realizó selección individual por sanidad en un lote de campo infectado de forma intencional a través de más de 20 años (lote experimental de rabia) con enfermedades radiculares. En las generaciones F₅, F₆ y F₇ se cosechó en forma masal seleccionando por uniformidad en las características de la planta y calibre de grano. Su genealogía es IIGaC0211M-M-4-M-M-M. En su etapa de línea experimental se denominó Cuga08-743 para ensayos regionales de rendimiento. Combo-743 se evaluó en lotes experimentales y parcelas de validación en el noroeste de México, en los valles agrícolas de Sonora (Costa de Hermosillo, Valle del Yaqui y Valle del Mayo), Sinaloa (Valle del Fuerte y Valle de Culiacán), Baja California Sur (Valle de Santo Domingo) y el Bajío Guanajuato, durante los ciclos agrícolas otoño-invierno de 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014, 2015-2016. Combo-743 se adapta a todas las regiones de producción, sin embargo, los mejores rendimientos se han obtenido para las regiones productoras del estado de Sinaloa.

Descripción varietal. Se registraron los descriptores fenotípicos más importantes que identifican a la variedad “Combo-743” de acuerdo a los lineamientos de la Unión Internacional para la Protección de Organismos Vegetales (UPOV, 2005). La planta de combo-743 posee tallos

de hábito semierecto, similar a la variedad Blanco Sinaloa-92. El follaje es verde de intensidad media y la hoja es de tipo compuesta con folíolos grandes, ovalados, de color verde semiopaco. La flor es de color blanco y su vaina es de tamaño medio, midiendo en promedio 25 x 15 mm (Figuras 1 y 2).



Figura 1. Forma, color de hoja y flor de garbanzo de Combo-743



Figura 2. Forma y color de vaina de Combo-743



Figura 3. Grano de Combo-743 color blanco cremoso



Figura 4. Expresión de cobertura foliar de Combo-743 en parcelas demostrativas

Calibre y rendimiento de grano. El tamaño promedio del grano de Combo-743 es de 70-74 gramos/100 semillas, equivalente a un calibre de 40-42 semillas/30 gramos de peso. Su grano es de color blanco cremoso, de rugosidad pronunciada, similar a la de Blanco Sinaloa-92. La forma del grano es redonda angular similar a la de Jamu-96 (Figura 3). Produce ramas de 66

cm de largo, con un promedio de dos ramas primarias y diez ramas secundarias (Figura 4). Combo-743 produce las primeras flores entre 40 y 44 días después de la siembra (dds), termina de florecer a los 90 dds en promedio y la madurez a corte fluctúa entre 110 a 120 dds, mientras que la madurez a cosecha es entre los 126 a 135 días.

El promedio de todas las evaluaciones en ensayos regionales de rendimiento y validaciones para la zona del noroeste fue de 2,910 kg/ha de Combo-743 comparado con 2,2677 kg/ha de Blanco Sinaloa-92 en cinco ciclos de evaluación (Cuadro 1). Combo-743 tiene grano más grande y en consecuencia un mayor porcentaje de grano para exportación que va entre 95-98%, con calibre promedio de 41 vs. 95-96% de Blanco Sinaloa-92 con calibre promedio de 42.

Cuadro 1. Rendimiento de origen (de campo), Calibre de grano y Porcentaje de exportación (usando criba de 9mm de diámetro) de las variedades Combo-743 y Blanco Sinaloa 92 en parcelas de validación con agricultores del sistema producto garbanzo en Sinaloa. Ciclos O-I 2011-2012, a 2015-2016

Variedad	Rendimiento de grano			Calibre de grano	Porcentaje de exportación
	Sinaloa	Baja California Sur	Promedio		
Combo-743	2,237	3583	2910	41	96
Blanco Sinaloa 92	2,207	3148	2677	42	95

4. Conclusiones

Esta variedad es resistente a *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* raza 5 y susceptible a *F. solani* f. sp. *pisi*. Se encuentra en proceso de asignación del registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).

Referencias

- Gómez, G. R. M. y Salinas, P. R. A. 2001. Progreso-95, Variedad erecta de garbanzo para exportación. INIFAP-CIRNO-C.E. Valle de Culiacán. Folleto Técnico No. 19. 16p.
- Gómez, G. R. M., Gómez, G. L. y Salinas, P. R. A. 2003. Blanco Sinaloa-92, variedad de garbanzo blanco para exportación. SAGARPA-INIFAP-CIRNO-C.E. Valle de Culiacán. Folleto Técnico No. 24. 12p.
- Gowda, C. L. L., Upadhyaya, H. D., Dronavalli, N., and Singh, S. 2011. Identification of large-seeded high-yielding stable kabuli chickpea germplasm lines for use in crop improvement. Crop Science 51:198-209. Doi:10.2135/cropsci2010.01.0078
- SIAP, 2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA. Consultado el 13 de Agosto de 2018.
- UPOV, 2005. Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Homogeneity and Stability of *Cicer arietinum* L. http://www.upov.int/test_guidelines/es/ Consultado el 20 de febrero de 2018.

La difusión de los trabajos de investigación en las ciencias agrícolas amplía el panorama del conocimiento científico y desarrollo tecnológico que se requiere actualmente. El libro "Compendio científico en ciencias agrícolas y biotecnología" (volumen 1 y 2) integran los trabajos presentados en modalidad oral y cartel por investigadores reconocidos a nivel nacional e internacional, en siete áreas temáticas: 1) Agricultura orgánica, 2) Agua y suelo, 3) Biotecnología, 4) Horticultura, 5) Inocuidad agrícola, 6) Parasitología y 7) Producción de cultivos. La primera área atiende el mejoramiento de los agroecosistemas, en el área dos se hace una compilación de los trabajos enfocados al estudio del agua y suelo para favorecer el desarrollo agrícola. La tercera área muestra los estudios enfocados al diseño y evaluación de los procesos biotecnológicos para incrementar la productividad de los productos y subproductos agrícolas. En la sección cuatro se presentan las técnicas para mejorar la producción de hortalizas, flores y frutales. El quinto apartado aborda los temas relativos a la inocuidad de los productos agrícolas. El área seis integra el manejo y control de plagas en los cultivos agrícolas. Finalmente la última área expone los sistemas de producción agrícola para incrementar la calidad de los alimentos.

Esta obra es de gran utilidad para estudiantes y profesionistas relacionados con las Ciencias Agrícolas y Biotecnológicas interesados en conocer las investigaciones más recientes en este campo de estudio.

 **OmniaScience**

ISBN 978-84-947996-6-2

