

Rendimiento y calidad de aceite de *Thymus vulgaris* L., por efecto de hongos micorrízicos, rizobacterias y fitoreguladores

pág. 3

Año 8 • Volumen 8 • Número 4 • julio–agosto, 2015

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE DE VARIEDADES CRIOLLAS DE <i>Arachis hypogaea</i> L.	12
PERSPECTIVAS DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL PROVENIENTE DE MATERIA PRIMA RENOVABLE	19
IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA Y MOLECULAR DE <i>Phytophthora capsici</i> EN <i>Cucurbita argyrosperma</i> Hort. ex L.H.Bailey, Y MANEJO EN INVERNADERO	24
LA AVICULTURA DE TRASPATIO EN MÉXICO: Historia y caracterización	30
CAPTACIÓN DE ESCURRIMIENTO PLUVIAL PARA USO AGROPECUARIO Y ACUÍCOLA EN ÁREAS DE TEMPORAL: Un caso de éxito	37
CONSUMO VERDE EN EL NORTE DE SONORA	42
y más artículos de interés...	

Estructura

Agroproductividad es una revista de divulgación, auspiciada por el Colegio de Postgraduados para entregar los resultados obtenidos por los investigadores en ciencias agrícolas y afines. En ella se puede publicar información relevante al desarrollo agropecuario, social y otras disciplinas relacionadas, en formato de artículo, nota o ensayo. Las contribuciones son arbitradas y la publicación final se hace en idioma español. La contribución debe tener una extensión máxima de 15 cuartillas, incluyendo las ilustraciones. Deberá estar escrita en Word a doble espacio empleando el tipo Arial a 12 puntos y márgenes de 2.5 cm. Debe evitarse el uso de sangría al inicio de los párrafos. Las ilustraciones serán de calidad suficiente para su impresión en offset a colores, y con una resolución de 300 dpi en formato JPEG, TIFF o RAW.

La estructura de la contribución será la siguiente:

1) Artículos: una estructura clásica definida por los capítulos: Introducción, Resumen, abstract, objetivos, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones y Literatura Citada; 2) Notas, Ensayos y Relatorías: deben tener una secuencia lógica de las ideas, exponiendo claramente las técnicas o metodologías que se transmiten o proponen.

Formato

Título. Debe ser breve y reflejar claramente el contenido. Cuando se incluyan nombres científicos deben escribirse en *itálicas*.

Autor o Autores. Se escribirán él o los nombres completos, separados por comas, con un índice progresivo en su caso. Al pie de la primera página se indicará el nombre de la institución a la que pertenece el autor y la dirección oficial, incluyendo el correo electrónico.

Cuadros. Deben ser claros, simples y concisos. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Los cuadros deben numerarse progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Cuadro 1. Título), y se colocarán en la parte superior. Al pie del cuadro se incluirán las aclaraciones a las que se hace mención mediante un índice en el texto incluido en el cuadro.

Figuras. Corresponden a dibujos, gráficas, diagramas y fotografías. Las fotografías deben ser de preferencia a colores. Se debe proporcionar originales en tamaño postal, anotando al reverso con un lápiz suave el número y el lugar que le corresponda en el texto. La calidad de las imágenes digitales debe ceñirse a lo indicado en la tabla comparativa.

Unidades. Las unidades de pesos y medidas usadas serán las aceptadas en el Sistema Internacional.

Citas libros y Revistas:

Bozzola J.J., Russell L.D. 1992. Electron Microscopy: Principles and Techniques for Biologists. Ed. Jones and Bartlett. Boston. 542 p.

Calvo P., Avilés P. 2013. A new potential nano-oncological therapy based on polyamino acid nanocapsules. Journal of Controlled Release 169:10-16

Gardea-Torresdey J.L., Peralta-Videa J.R., Rosa G., Parsons J.G. 2005 Phytoremediation of heavy metals and study of the metal coordination by X-ray absorption spectroscopy. Coordination Chemistry Reviews 249: 1797-1810.

Tabla comparativa.

Centímetros	Pixeles	Pulgadas
21.59×27.94	2550×3300	8.5×11
18.5×11.5	2185×1358	7.3×4.5
18.5×5.55	2158×656	7.3×2.2
12.2×11.5	1441×1358	4.8×4.5
12.2×5.55	1441×656	4.8×2.2
5.85×5.55	691×656	2.3×2.2
9×11.5	1063×1358	3.5×4.5
9×5.55	1063×656	3.5×2.2



Contenido

3

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE ACEITE DE *Thymus vulgaris* L., POR EFECTO DE HONGOS MICORRÍZICOS, RIZOBACTERIAS Y FITORREGULADORES

12

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE DE VARIETADES CRIOLLAS DE *Arachis hypogaea* L.

19

PERSPECTIVAS DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL PROVENIENTE DE MATERIA PRIMA RENOVABLE

24

IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA Y MOLECULAR DE *Phytophthora capsici* EN *Cucurbita argyrosperma* Hort. ex L.H.Bailey, Y MANEJO EN INVERNADERO

30

LA AVICULTURA DE TRASPATIO EN MÉXICO: Historia y caracterización

37

CAPTACIÓN DE ESCURRIMIENTO PLUVIAL PARA USO AGROPECUARIO Y ACUÍCOLA EN ÁREAS DE TEMPORAL: Un caso de éxito

42

CONSUMO VERDE EN EL NORTE DE SONORA

48

LA CAPACITACIÓN: FACTOR CLAVE PARA EL ÉXITO AGRÍCOLA EN EL DISTRITO DE RIEGO 002 (DDR 002), EN BAJA CALIFORNIA

51

Heliconia L.: GÉNERO SUBUTILIZADO EN MÉXICO

60

GUSTOS Y PREFERENCIAS DEL CONSUMO DE CERVEZA ARTESANAL: CASO MICROEMPRESA PRODUCTORA EN TEXCOCO ESTADO DE MÉXICO

68

POTENCIAL PRODUCTIVO Y RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria fragaria* × *Ananassa* (Weston) Duchesne) EN SALINAS, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

73

PRODUCCIÓN DE PLANTA DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.)



Master Journal List — Thomson Reuters

Corrección de estilo: Hannah Infante Lagarda

Maquetación: Alejandro Rojas Sánchez

Suscripciones, ventas, publicidad, contribuciones de autores:

Guerrero 9, esquina Avenida Hidalgo, C.P. 56220, San Luis Huexotla, Texcoco, Estado de México.

Teléfono: 01 (595) 928 4703 | jocadena@colpos.mx; jocadena@gmail.com

Impresión 3000 ejemplares.

©Agroproductividad, publicación respaldada por el Colegio de Postgraduados. Derechos Reservados. Certificado de Licitud de Título Núm. 0000. Licitud de Contenido 0000 y Reserva de Derechos Exclusivos del Título Núm. 0000. Editorial del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Núm. 036.

Es responsabilidad del autor el uso de las ilustraciones, el material gráfico y el contenido creado para esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Colegio de Postgraduados, de la Editorial del Colegio de Postgraduados, ni de la Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.

Impreso en México • Printed in México
PRINTING ARTS MEXICO, S. de R. L. de C. V.
Calle 14 no. 2430, Zona Industrial
Guadalajara, Jalisco, México. C.P. 44940
Fax: 3810 5567
www.tegrafik.com
RFC: PAM991118 DGO

Directorio

Said Infante Gil
Editor General del Colegio de Postgraduados

Rafael Rodríguez Montessoro†
Director Fundador

Jorge Cadena Iñiguez
Director de Agroproductividad

Comité Técnico-Científico

Colegio de Postgraduados—Montecillo
Fernando Clemente S.
Dr. Ing. Agr. Catedrático Fauna Silvestre

Ma. de Lourdes de la Isla
Dr. Ing. Agr. Catedrática Aereopolución

Ángel Lagunes T.
Dr. Ing. Agr. Catedrático Entomología

Enrique Palacios V.
Dr. Ing. Agr. Catedrático Hidrociencias

Jorge Rodríguez A.
Dr. Ing. Agr. Catedrático Fruticultura

Instituto de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Pedro Cadena I.
Dr. Ing. Agr. Transferencia de Tecnología

Carlos Mallen Rivera
M. C. Director de Promoción y Divulgación

Confederación Nacional Campesina
Jesús Muñoz V.
Dr. Ing. Agr. Agronegocios

Instituto Interamericano de
Cooperación para la Agricultura
Victor Villalobos A.
Dr. Ing. Agr. Biotecnología

Instituto Interamericano de
Cooperación para la Agricultura
(República Dominicana)
Manuel David Sánchez Hermosillo
Dr. Ing. Agr. Nutrición Animal y manejo de
Pastizales

Servicio Nacional de Inspección y
Certificación de Semillas
(SNICS-SAGARPA)
Manuel R. Villa Issa
Dr. Ing. Agr. Economía Agrícola.
Director General



Dr. Jorge Cadena Iñiguez

Editorial

Volumen 8 • Número 4 • julio-agosto, 2015.

El éxito puede definirse como el efecto o consecuencia acertada de una acción o de un emprendimiento relacionado con sobresalir del medio en que se está inserto. La noción de éxito es muy relativa, subjetiva, y depende del contexto social, personal y objetivos planteados. Una experiencia exitosa en el medio rural, puede referirse al conjunto de acciones concretas realizadas con los sectores agropecuarios, forestal, acuícola, pesquero, ambiental, asociativo, organizativo y comercial, que contribuyan a la inducción de innovaciones, las cuales pueden incidir en la reorientación y revalorización del algún recurso local, formas y medios de transferencia tecnológica y no tecnológica, para alcanzar un fin lucrativo o social; sea éste individual o colectivo, y pueda ser evaluado mediante indicadores. Cuando el conocimiento científico y tecnológico genera nuevos productos, servicios o procedimientos por su aplicación exitosa en el mercado, e impacta directamente en el desarrollo económico, se traduce en un caso exitoso. De acuerdo a SAGARPA (2014) se espera contribuir al divulgar la investigación, a fomentar la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales utilizados en la producción primaria, induciendo innovaciones y servicios que permitan desarrollar sistemas integrales, obras, acciones y prácticas sustentables que ayuden a rescatar, preservar y potenciar los recursos del país, así como, inducir una nueva estructura productiva incluyendo cultivos para la producción de insumos para bioenergéticos; uso de fuentes alternativas de energía, conservación y aprovechamiento sustentable del suelo, agua y vegetación de las unidades productivas. Bajo esta premisa,  divulga en este número, acciones de investigación científica y tecnológica que pueden facilitar mediante su adopción a la inducción de innovaciones en el sector rural.

Jorge Cadena Iñiguez
Director de 

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE ACEITE DE *Thymus vulgaris* L., POR EFECTO DE HONGOS MICORRÍZICOS, RIZOBACTERIAS Y FITORREGULADORES

YIELD AND QUALITY OF *Thymus vulgaris* L. OIL, UNDER THE EFFECT OF MYCORRHIZIC FUNGI, RHIZOBACTERIA AND PHYTOREGULATORS

López-Ambrocio, R. M.¹; Delgadillo-Martínez, J.²; Ruiz-Posadas, L. M.³

^{1,3}Botánica. *Campus* Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Carretera México-Texcoco, Km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. mireya.lopez@colpos.mx¹, lucpo@colpos.mx³.

²Area de Microbiología, Edafología, *Campus* Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Carretera México-Texcoco, Km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. juliandm@colpos.mx.

Autor de correspondencia: lucpo@colpos.mx

RESUMEN

El tomillo (*Thymus vulgaris* L.) se comercializa principalmente por sus hojas y aceite esencial, y con base en la creciente demanda de ingredientes naturales y aceites de alta calidad, se evaluó el efecto que tiene la aplicación de un fitorregulador comercial, la inoculación con rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) y hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el rendimiento y composición del aceite esencial de tomillo, resaltando la primicia del efecto de las relaciones simbióticas para la especie, con la producción y calidad de aceite, bajo un diseño experimental completamente al azar, con 32 repeticiones para cada tratamiento. La distancia de plantación fue de 1.5×1.0 m entre hileras y plantas respectivamente. El mayor rendimiento lo presentó el tratamiento de inoculación con la bacteria P61 con 13.3 mg AE g⁻¹ MS. Se observó que el número de componentes y el porcentaje presente en el aceite esencial son diferentes en cada tratamiento. La mayor concentración de timol se registró en el Testigo (52.55%), seguido por plantas inoculadas con P61 (51%) y los HMA Zac19+Cedro (50.66%). Para O-Cimeno el tratamiento inoculado con HMA Zac19 (21.79%) presentó la mayor concentración, seguido de HMA Zac19+Cedro y el fitorregulador Bioforte® con 20.38% y 19.37%, respectivamente. Respecto a la concentración de J-terpino, la inoculación con el HMA Cedro y la bacteria P61 mostraron mejor respuesta con 17.9 y 17.84%, respectivamente.

Palabras clave: Tomillo, micorriza, aromáticas.

ABSTRACT

Thyme (*Thymus vulgaris* L.) is commercialized mainly for its leaves and essential oil, and because of the growing demand of natural ingredients and high-quality oils, the effect of applying a commercial phyto regulator and inoculating with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and arbuscular mycorrhizae fungi (AMF) on the yield and composition of the essential thyme oil, was evaluated, highlighting the first indication of the impact of symbiotic relationships on the species with the production and quality of the oil, under a completely random experimental design with 32 repetitions for each treatment. The planting distance was 1.5×1.0 m between rows and plants, respectively. The greatest yield was presented by the inoculation treatment with bacteria P61 with 13.3 mg AE g⁻¹ MS. It was observed that the number of components and the percentage present in the essential oil is different in each treatment. The highest concentration of thymol was seen in the Control (52.55 %), followed by plants inoculated with P61 (51 %) and AMF Zac19+Cedar (50.66 %). For ocimene, the treatment inoculated with AMF Zac19 (21.79 %) presented the highest concentration, followed by AMF Zac19+Cedar and phyto regulator Bioforte®, with 20.38 % and 19.37 %, respectively. With regard to the concentration of J-terpinene, inoculation with AMF Cedar and bacteria P61 showed a better response with 17.9 and 17.84 %, respectively.

Keywords: thyme, mycorrhiza, aromatic.

INTRODUCCIÓN

Las plantas han sido la base de los sistemas de medicina tradicional de las culturas y actualmente siguen utilizándose. Registros ancestrales mencionan el uso de aceites de especies de *Cedrus* (Cedro) y *Cupressus sempervirens* (ciprés), *Glycyrrhiza glabra* y *Papaver somniferum* (Gurib-Fakim, 2006). Las plantas medicinales tienen diversos compuestos químicos que actúan de forma individual o aditiva. Algunas plantas contienen sustancias amargas que estimulan la digestión, antioxidantes y antimicrobianos (Gurib-Fakim, 2006); otras se caracterizan por poseer propiedades olores y sabores específicos que les confieren el nombre de aromáticas (PAM) ya que contienen aceites esenciales (Lubbe y Verpoorte, 2011). Actualmente ha incrementado el interés en las PAM, como el tomillo (*Thymus vulgaris* L.), ya que sus aceites tienen actividad biológica y capacidad antioxidante con amplias aplicaciones en la industria farmacéutica, cosmética, agroalimentaria, agrícola, avícola y ganadera. También son ampliamente usados en aromaterapia y como productos alternativos de la salud (Amad et al., 2011; Juárez-Rosete et al., 2013). La demanda de ingredientes naturales han impulsado la producción de aceite esencial (AE) de acuerdo a Normas Internacionales que para el caso del tomillo es la ISO 6754:1996, que fija las hojas frescas de tomillo deben contener un mínimo de 0.5% de AE y molidas al menos 0.2%, y el timol debe ser el componente mayoritario.

La creciente demanda de aceite esencial de tomillo obliga a obtener altos rendimientos. Las prácticas agrícolas intensivas dirigidas a los cultivos demandan el uso de fertilizantes químicos y pesticidas, que además de ser caros, tienen impactos negativos al ambiente. La tendencia de una alimentación dirigida hacia lo sano ha incrementado la demanda de los alimentos orgánicos, y a este respecto, el uso de fitorreguladores de crecimiento, así como, microorganismos del suelo es una alternativa económica y sustentable para incrementar el rendimiento. Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y las rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (RPCV) juegan un papel importante en la mejora de crecimiento de las plantas, y en los últimos años han sido utilizados como inoculantes bajo condiciones controladas y naturales. Con base en lo anterior, se evaluó el efecto de un fitorregulador, rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal y hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento, rendimiento y calidad de aceite de tomillo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fase de invernadero

Se estableció un experimento de producción de plantas en condiciones de invernadero, previo al trasplante en campo, en *Campus* Montecillo del Colegio de Postgraduados (2,242 m de altitud, 19° 28' 4.26" N y 98° 53' 42.18" W). El clima es templado con lluvias en verano, temperatura media anual de 15.9°C y una precipitación media anual de 710 mm.

Material vegetal

Se compraron plántulas de tomillo en el vivero comercial CONAPLOR, ubicado en Cuautla, Morelos (N 18° 50' 57.28" W 98° 58' 09.75" y 1,330 msnm).

Las plántulas se identificaron taxonómicamente (Bailey, 1963) y se proporcionaron dos ejemplares al herbario del Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo. Con el fin de conocer la morfología de las hojas se tomaron fotografías del envés y del haz en un microscopio electrónico de barrido marca JEOL-JSM 6390; también se capturaron imágenes de un corte trasversal de la hoja para conocer las capas que conforman la cutícula. La propagación de las plantas de tomillo se llevó a cabo en un invernadero. Las plantas se propagaron por esquejes separando ramas jóvenes de 10 cm de altura, se plantaron en bolsas negras de polietileno de 5 cm de diámetro y capacidad de 0.5 L. Se utilizó sustrato compuesto de peat moss: agrolita: suelo (2:2:1 v/v), previamente esterilizado durante 3 h a 18 lb plg² de presión, con un pH de 4.4, conductividad eléctrica 2.2, materia orgánica 39.4, con un contenido de P, K, Ca y Mg en 27, 0.6, 4.5 y 1.7 mg kg⁻¹, respectivamente. Las plantas fueron regadas diariamente con agua corriente. Una vez establecidos los esquejes, estos se trasplantaron en bolsas de polietileno color negro, de 20 centímetros de diámetro y capacidad de 3 kg con sustrato similar al anterior.

Establecimiento de tratamientos e inoculación

Al momento del trasplante se establecieron seis tratamientos: 1: inoculación con el consorcio de HMA Zac19; 2: con el consorcio de HMA Cedro; 3: con los consorcios de HMA Zac19 y Cedro; 4: con la RPCV *Paenibacillus polymyxa* P61; 5: aplicación del fitorregulador de crecimiento comercial Bioforte[®] y 6: testigo. La inoculación con HMA, se hizo inoculando con 10 g⁻¹ de

HMA directamente sobre el sistema radical (Alarcón *et al.*, 2007). Los inóculos con HMA tenían la siguiente composición específica: Zac-19 compuesto de *Glomus diaphanum*, *G. albidum*, *Claroideglomus claroideum*; y Cedro por *Scutellospora sp.*, *S. cerradensis*, *Glomus sp.*, *Claroideglomus etunicatun*, *Acaulospora sp.*, *Entrophospora infrequens*.

Inoculación con RPCV

Se utilizó una cepa proporcionada por el Área de Microbiología, Edafología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados clasificada como *Paenibacillus polymixa* (P61). Se propagó en caldo nutritivo durante 48 h en incubadora con agitación orbital a 28 °C y 120 rpm. Una vez que las bacterias llegaron a fase estacionaria de crecimiento, se centrifugó, y descartando el medio de cultivo, las bacterias se resuspendieron en solución salina isotónica. La suspensión bacteriana contenía 56.3×10^8 células mL⁻¹. Se aplicaron 5 mL⁻¹ de esta solución directamente sobre el sistema radical.

Aplicación del fitorregulador

Debido al tipo de hojas, se añadieron 2 mg kg⁻¹ de un surfactante (marca DAP-PLUS FCO®) al regulador de crecimiento comercial Bioforte, el cual se aplicó en una dosis de 50 mg kg⁻¹. La aplicación se realizó por la mañana 8:00 am cada 15 días asperjando las plantas.

Fase de campo

Después de 120 días de cultivo en invernadero, las plantas se establecieron en una superficie de 500 m². El suelo presentaba un pH de 8.3, conductividad eléctrica de 2.2 ds, contenido de P, K, Ca y Mg de 15.39, 2214, 4170 y 1452 mg kg⁻¹, respectivamente. El riego se realizó una vez por semana en un sistema

de irrigación rodado. Las plantas se distribuyeron de acuerdo a un diseño experimental completamente al azar, con 32 repeticiones para cada tratamiento. La distancia de plantación fue de 1.5×1.0 m entre hileras y plantas respectivamente.

Variables

A los 105 días después del trasplante (DDT), se cortaron las plantas y se evaluó la **Altura** en tallo principal (cm); **Cobertura** (cm); **Número de inflorescencias** por conteo manual por planta; **Número de ramas** por conteo manual como número de ramas principales. El **Peso seco de la parte aérea**, se obtuvo secando en una estufa marca RiossA E-71 durante 6 días, a una temperatura de 70 °C hasta obtener peso constante. La **Colonización micorrízica**, mediante la recolecta de raíces de plantas de cada tratamiento mediante el método de tinción azul de tripano descrito por Phillips y Hayman (1970). También se tomaron fotos de las estructuras internas en un Fotomicroscopio III DE Carl Zeiss.

Aceite esencial (AE)

El material seco recolectado de cada planta se colocó en un embudo bola de tres entradas, se agregó agua destilada hasta cubrir el material vegetal, el embudo fue conectado a un equipo de destilación por arrastre con vapor de agua durante 3 h. El destilado se colocó en un embudo de separación y se realizaron tres extracciones con diclorometano para separar la fase acuosa del AE. Al diclorometano con el AE recuperado se le agregó sulfato de sodio anhidro (Na₂SO₄) con el objetivo de retirar agua residual en la muestra para ser concentrada en un rotaevaporador (Brinkmann), con el agua a 20 °C de temperatura has-

ta que todo el diclorometano fue separado. La muestra se colocó en viales de 5 mL a 4 °C hasta el análisis cromatográfico. El rendimiento de AE se calculó multiplicando la concentración de AE de cada tratamiento por el promedio de peso seco de la parte aérea correspondiente. Los datos se expresaron en mg de AE planta⁻¹.

Análisis del aceite esencial por cromatografía de capa fina

En una placa de sílica gel de 8×10 cm, se aplicaron 50 μL de cada muestra y de los estándares de timol y linalol. La placa se colocó en una cámara con un eluyente compuesto de tolueno-acetato de etilo (93:7); y poder observar a luz ultravioleta para marcar las manchas correspondientes a los compuestos del AE. Posteriormente la placa fue asperjada con un revelador de vainillina-ácido sulfúrico y se calentó durante 5 min a 100 °C (estufa marca LC-Oven LAB-LINE). Para obtener el valor de retención (Rf) **se calculó el cociente de la distancia recorrida desde el centro del origen por el compuesto entre la distancia recorrida desde el origen por el frente del eluyente**. La distancia recorrida por el compuesto se midió desde el centro de la mancha. Se realizó la comparación correspondiente con los estándares elegidos de acuerdo a la literatura.

Análisis del aceite esencial por cromatografía de gases

La composición química del aceite esencial se obtuvo mediante un Cromatógrafo de Gases Marca HP6890 acoplado a un detector selectivo de masas HP5973. La identificación de los componentes estuvo basada en la composición de su espectro de masas y la base

de datos del espectrómetro. El análisis se realizó utilizando las condiciones propuestas por Alpaslan *et al.* (2013). El sistema cromatográfico usó una columna HP-5MS 30 m de longitud \times 0.250 mm de diámetro interno y 0.25 μ m de grosor de fase estacionaria. La temperatura del horno comenzó en 40 °C y aumentó 5 °C por minuto hasta alcanzar 150 °C para mantenerse a esta temperatura por 3 min y luego comenzar a aumentar 5 °C por minuto hasta alcanzar 220 °C. Se usó helio como gas acarreador con 99.9% de pureza a flujo constante de 1.3 mL por minuto y a energía de ionización fue de 70 eV. La temperatura del puerto de inyección en modo splitless fue de 220 y 280 °C como temperatura de interface. Para el detector de masas la temperatura de la fuente de iones fue de 230 °C y 250 °C para el cuadrupolo. Se inyectó 1 μ L de muestra diluida en hexano grado GC (1 μ m de muestra en 10 mL de hexano). Se utilizaron estándares de timol y linalol. La identificación de los componentes se realizó mediante su índice de retención con los datos reportados en la literatura. En análisis estadístico se realizó con el análisis de varianza y comparación de medias de Tukey $\alpha=0.05$ con el paquete estadístico SAS versión 9.0 (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura

La aplicación de HMA, RPCV y fitoregulator comercial no tuvieron efectos significativos en la altura de las plantas (Figura 2a). Se esperaba que la RPCV inoculada promoviera el crecimiento y desarrollo de la planta a través de mecanismos directos e indirectos, ya que las RPCV facilitan el crecimiento mediante la fijación de nitrógeno, solubilización de minerales y síntesis de sideróforos y hormonas, que aumentan la absorción de nutrientes de las plantas, y los mecanismos indirectos consisten en favorecer su crecimiento protegiéndola de patógenos a través de producción de ciertos metabolitos o cambiando la vulnerabilidad de la planta a través de un mecanismo de defensa sistémica inducida (Mahmood *et al.*, 2014). En este caso, podría ser la producción de aceite esencial y/o terpenos. El efecto que tienen los RPCV en la inducción sistémica de terpenos y compuestos aromáticos, ha sido reportado por otros autores (Santoro *et al.*, 2011; Cappellari *et al.*, 2013; Colombo *et al.*, 2013) y en algunos casos con HMA se ve un efecto en el crecimiento de la planta pero no en el rendimiento y composición del AE. Para el presente caso, la altura de la planta no fue afectada.

Cobertura

En lo que respecta a la cobertura de las plantas (Figura 2b), se registró que las inoculadas con HMA Cedro y con RPCV P61 superaron a las inoculadas HMA Zac19; de manera general todos los tratamientos presentaron una cobertura similar a la del testigo, a excepción de HMA Zac 19.

Número de inflorescencias

Las plantas inoculadas con la RPCV P61 superaron (Figura 2c) a los tratamientos restantes con un promedio de 8.5 inflorescencias planta⁻¹, atribuido a la producción y/o emisión de hormonas de crecimiento inducidas por las RPCV, pues se ha demostrado que éstas contribuyen directamente a la planta a través de síntesis de auxinas, citoquininas y giberelinas (Ahmed *et al.*, 2014; Capellari *et al.*, 2015). Así mismo, la floración inició primero en las plantas con la RPCV P61. Las plantas inoculadas con HMA no se vieron favorecidas en la producción de inflorescencias debido a la asignación de la biomasa.

Número de ramas

El número de ramas se representa en la Figura 2d, donde se observa que las plantas que presentaron mayor número de ramas fueron las inoculadas con Zac19, seguido del tratamiento con la RPCV P61, con valores de 15.63 y 15.58, respectivamente. Los tratamientos restantes presentaron un número de ramas similar al del testigo.

Peso seco de la parte aérea

La (Figura 2e) indica que el tratamiento con mayor peso seco fue con plantas inoculadas con HMA Cedro con 22.2 g⁻¹, superando a tratamientos testigo e inoculado con HMA Zac19+Cedro. El tratamiento con aplicación de Bioforte[®] y el inoculado con HMA Zac19 también superaron al testigo, pero fueron similares al inoculado con la RPCV P61. Los beneficios de HMA se relacionan con la promoción de crecimiento y peso seco de la parte aérea, el uso de inóculos mixtos aumenta la posibilidad de que uno de los hongos colonice el sistema radical (De La Rosa, 2009); sin embargo, el beneficio de los HMA puede tener variaciones y en algunos casos mantener la simbiosis puede ser muy costoso para la planta y causar efectos negativos en el crecimiento (Zubek *et al.*, 2012; An-Dong *et al.*, 2013).

Colonización micorrízica

Los HMA presentaron alta infectividad de acuerdo a lo indicado por Tapia *et al.* (2010). El tratamiento inoculado con HMA Zac19 presentó el valor más alto de coloni-

zación micorrízica (72%) (Figura 2f) y abundancia de arbuscúlos y vesículas, seguido por el tratamiento inoculado con Cedro (71.3%) y el consorcio de Zac19+Cedro (68.8%). Se sabe que la asociación micorrízica aumenta cuando la disponibilidad de nutrientes es limitada (An-Dong *et al.*, 2013). En este caso, los datos reflejan variación en la compatibilidad de *T. vulgaris* y los tipos de HMA usados. Las variaciones en el porcentaje de colonización se explican principalmente por la interacción planta-huésped (De La Rosa, 2009). La observación al microscopio de la asociación simbiótica se muestra en la Figura 1 mediante las estructuras internas, tales como, hifas, vesículas y arbuscúlos.

La colonización micorrízica con otras variables no tuvo relación clara con el número de inflorescencias; sin embargo el HMA Zac19 produjo mayor respuesta (Figura 2). En el peso seco de la parte aérea se observó que el testigo tuvo diferencias significativas con los tratamientos HMA Zac19 y Cedro los cuales

produjeron más peso. Respecto al rendimiento de AE, se registró que los HMA favorecieron el rendimiento de AE, destacando el tratamiento de HMA Zac19 con 224.7 mg AE planta⁻¹. Este valor es menor al que obtuvo Guerrero *et al.* (2010) en un cultivo hidropónico. El efecto que tienen los HMA en la producción de aceites esenciales ya ha sido reportado, Nemeč y Lund (1990) informaron de que *Glomus intraradices* induce variaciones significativas en el la proporción y la composición de las sustancias volátiles de la hoja en *Citrus jambhiri*. Tres estudios realizados sobre *Mentha arvensis* indican que la presencia de HMA favorecen el crecimiento, la acumulación de aceite esencial y la mejora de absorción de nutrientes (Gupta *et al.* 2002; Copetta *et al.*, 2006).

Aceite esencial

En relación al rendimiento de AE, el mayor rendimiento se registró en las plantas inoculadas con RPCV P61, HMA Zac-19 y aplicación de Bioforte con valores de 225.4; 224.7; y 212.7 mg planta⁻¹ respecti-

vamente. El valor más bajo se presentó en el testigo (75.2) y los valores intermedios en los tratamientos inoculados con HMA Cedro con 200.7 y HMA Cedro+Zac 19 con 87.6 mg de AE planta⁻¹. De manera general, el aumento en la síntesis de AE pueden ser considerada como una respuesta defensiva a la colonización por HMA y RPCV, ya que varios componentes del AE tienen propiedades antimicrobianas. Otra explicación puede ser que la simbiosis le provee a la planta, principalmente, acceso a nutrientes que favorecen la acumulación de AE (Banchio *et al.*, 2008; Capellari *et al.*, 2013). El mayor rendimiento lo presentó el tratamiento inoculado con la RPCV P61, siendo probable que esto se deba a que las plantas inoculadas con RPCV pueden absorber más agua y nutrientes, por lo tanto, presenta un mejor estado nutricional, mayor tasa de asimilación de carbono y, de este modo, aumentan la biosíntesis de AE (Capellari *et al.*, 2015). Resultados similares han sido reportados por Banchio *et al.* (2008), Colombo

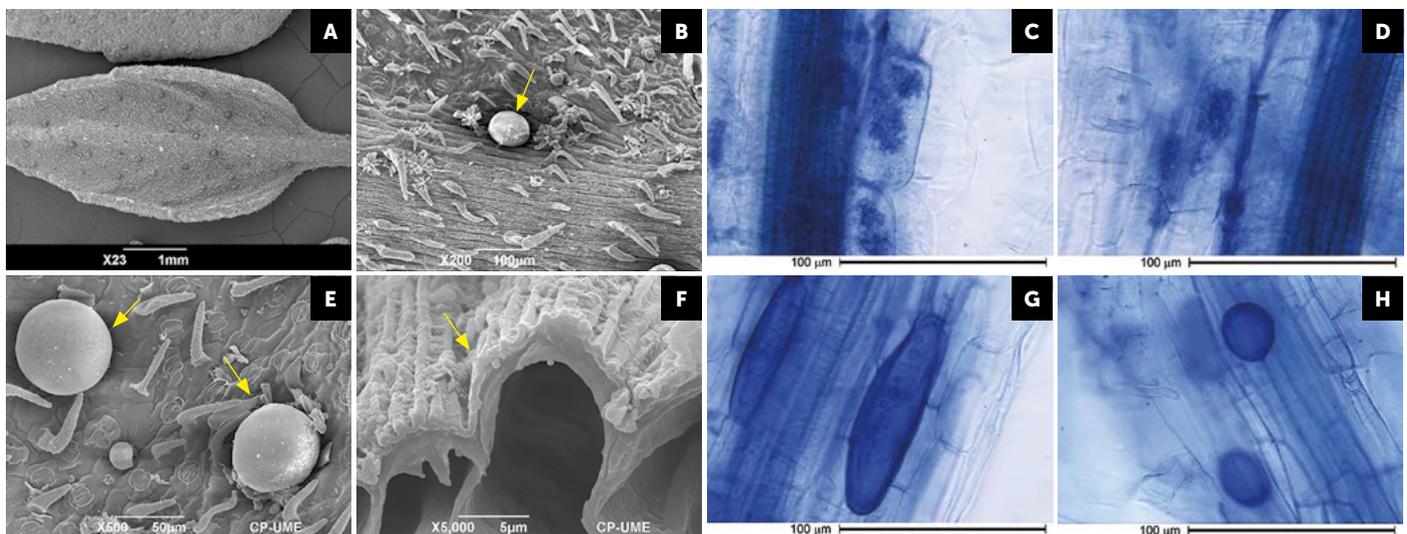


Figura 1. Micrografía de hojas de *Thymus vulgaris* L. obtenidas con MEB. A) superficie adaxial y abaxial 23X. B) Glándula esferoidal que contiene el aceite esencial a 200X. E) Glándulas a 500X. F) Corte transversal de la hoja, se observa que la cutícula presenta una capa cerosa, 5,000X. Estructura interna de la simbiosis entre HMA y la raíz de *Thymus vulgaris* L. en microscopio óptico. C) y D) arbuscúlos en la célula hospedante (Zac19). G) vesículas (Cedro) y H) espora e hifa del HMA (Zac19+Cedro).

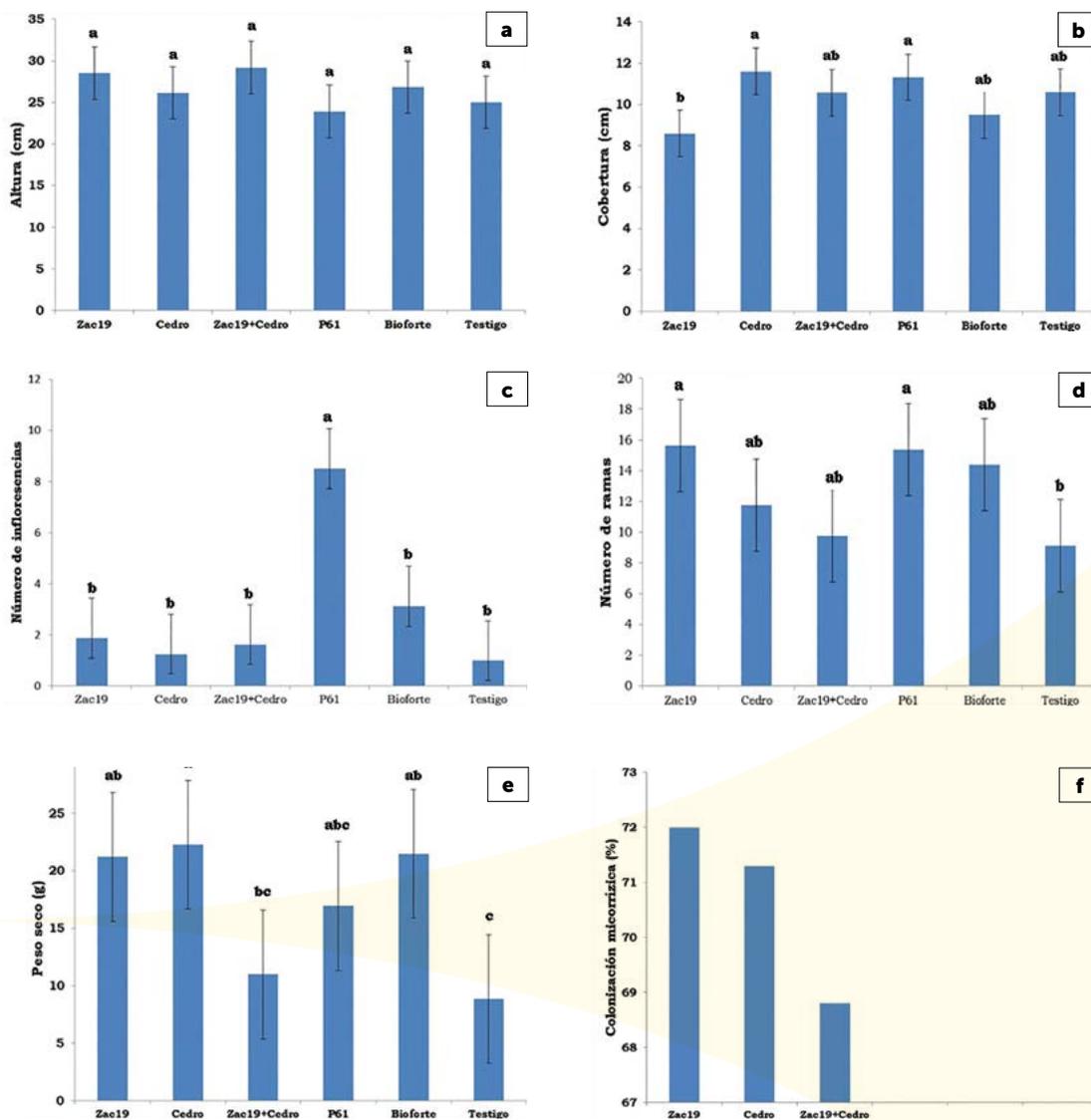


Figura 2. Altura final (a), cobertura foliar (b), número de inflorescencias (c), número de ramas (d), peso seco de la parte aérea (e) y colonización micorrizica (f) de las plantas de tomillo a los 105 DDT con diferentes tratamientos de aplicación de un fitorregulador comercial (Bioforte) e inoculación con HMA y RPCV. n=8. Medias+DMS. Letras idénticas sobre las barras indican que los promedios de los tratamientos son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha=0.05$).

et al. (2013), Capellari et al. (2015), estos trabajos demostraron que las inoculación de RPCV aumentan el rendimiento de AE en diferentes PAM. Las plantas micorrizadas presentaron mayor contenido de AE en comparación con el testigo, destacando el inóculo de HMA Zac19.

Análisis del AE por cromatografía de capa fina

Los resultados revelados en las placas de sílica gel mostraron similitud en las manchas y en los valores de retención (Rf) para todos los tratamientos. Bajo luz ultravioleta se observó la presencia de un componen-

te (Figura 3). Con la aplicación de revelador con un revelador de Vainillina-Ácido Sulfúrico se acentuaron tres componentes más (Figura 3). En esta prueba, para todos los tratamientos destaca una mancha color morada, rosa fuerte, azul fuerte y azul-verdoso, las cuales de acuerdo con Wagner y Bladt (2001) coinciden con trazas de tujeno y con los estándares de timol, linalol y borneol, respectivamente. En el Cuadro 1 se describen los tiempos de retención para cada mancha observada de los tratamientos y el de los estándares. Los tiempos de retención obtenidos coincidieron con los que han sido reportados en la literatura.

Análisis del aceite esencial por cromatografía de gases

En el análisis por cromatografía de gases del aceite esencial se observaron 36 componentes, desde monoterpenos oxigenados, hasta monoterpenos hidrocarbonados que son los metabolitos con mayor abundancia en el aceite esencial tales como, el timol en rangos de 43.24%-52.55%, O-Cimeno entre 16.6%-21.8%, J-Terpineno 11.8%-17.9% linalol de 1.77%-3.6, y carvacrol de 0.5% a 3.4 (Cuadro 2). El tratamiento que registró mayor concentración de timol fue el Testigo (52.55%), seguido por el inoculado con P61 (51.05%) y Zac19+Cedro (50.66%).

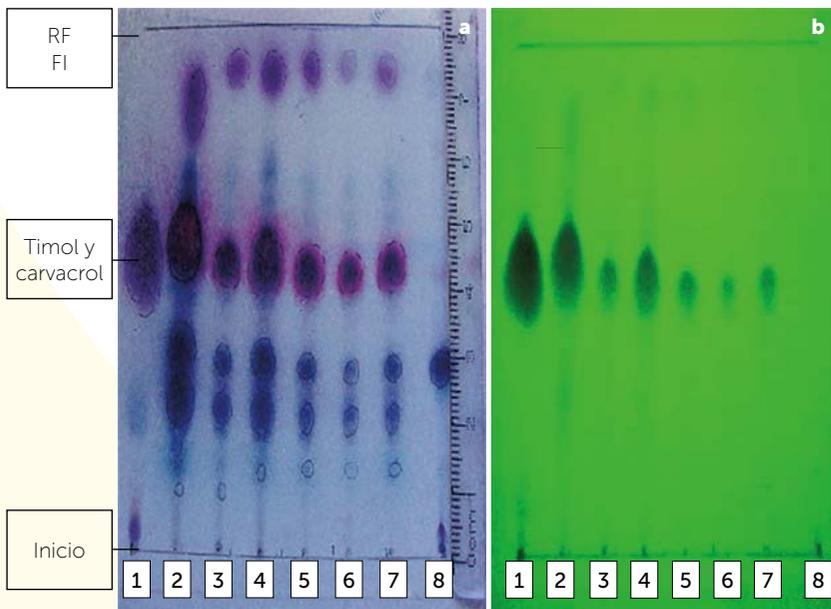


Figura 3. a: Cromatografía de silica gel observada con revelador de Vainillina-Ácido Sulfúrico. b: Cromatografía luz ultravioleta. 1: Estándar de timol; 2: Testigo; 3: P61; 4: Zac19; 5: Cedro; 6: Zac19+Cedro; 7: Bioforte; 8: Estándar linalol.

Para O-Cimeno el tratamiento inoculado con Zac19 (21.79) presenta la mayor concentración, seguido de Zac19+Cedro y Bioforte® con 20.38% y 19.37% respectivamente. Respecto a la concentración de J-terpineno, Cedro y P61 mostraron valores más altos con 17.9% y 17.84%, respectivamente.

Se observó que el número de componentes y el porcentaje presente en el aceite esencial fueron diferentes en cada tratamiento (Cuadro 2). El tratamiento con Bioforte® presentó 26 componentes y una concentración de 43.73% de timol y favoreció la producción de Terpinen-4-ol y acetato de bornilo. El efecto que tienen los fitorreguladores comerciales en el rendimiento y composición del AE ya ha sido reportado, posiblemente su efecto se asocia a que estimulan las enzimas que participan en la producción de monoterpenos. Keltawi

Cuadro 1. Tiempos de retención (Rf) de componentes del aceite esencial de *Thymus vulgaris*.

Manchas y estándares	Color (revelado con Vainillina-Ácido Sulfúrico)	Rf
1	Morado	0.91
2	Rosa fuerte	0.56
3	Azul oscuro	0.37
4	Azul-verdoso	0.31
Estándar timol	Rosa fuerte	0.55
Estándar linalol	Rosa fuerte	0.36

y Croteau (1997) demostraron que las citoquininas ejercen una influencia notable en la acumulación general de monoterpenos.

El AE del tratamiento Cedro es el único que registró limoneno, mientras que el AE del consorcio Zac19+Cedro es el único que presentó Acetato de L-Bornilo. El Alcanfor es el monoterpeno oxigenado presente únicamente en los tratamientos inoculados con HMA. La modificación de aceites esenciales por la presencia de HMA ya ha sido reportada por varios autores y lo atribuyen como consecuencia de los mecanismos de señalización entre los HMA y la planta (Zubek *et al.*, 2010). Al respecto, el establecimiento temprano de la simbiosis del HMA y del crecimiento vegetal la concentración de compuestos fenó-

licos es imprescindible, debido a que estos compuestos fenólicos pueden activar señales moleculares en el sistema simbiótico e influir en la colonización de la raíz por los HMA (De La Rosa, 2009). También se considera que estas modificaciones pueden ser una respuesta de defensa a la colonización HMA, debido a que las propiedades fungicidas de varios constituyentes de los aceites esenciales, y el aumento de la producción de estos metabolitos en plantas micorrizadas podían ser sintetizados como una respuesta de defensa a la presencia de la HMA en las raíces (Coppeta *et al.*, 2006; Karagiannidis *et al.*, 2011).

CONCLUSIONES

La aplicación de un fitorregulador comercial, la inoculación de HMA y RPCV tienen efectos diferentes en el desarrollo vegetativo de *Thymus vulgaris*, así como en la calidad, composición y rendimiento de su aceite esencial. El rendimiento más alto de AE se presentó en las plantas inoculadas con P61, y en este tratamiento el timol constituye hasta 50% del AE. Los resultados obtenidos cumplen con las características que demanda el mercado ya que los aceites más solicitados son los que presentan compuestos fenólicos como constituyentes mayoritarios y cumplen con el requisito de calidad que exige la Norma ISO 6754:1996. Los resultados demuestran que existen diferencias en el proceso de colonización de los HMA y en los beneficios que le proporciona a las plantas de tomillo.

Cuadro 2. Composición química del aceite esencial de *Thymus vulgaris* L., de plantas inoculadas con hongos micorrizicos arbusculares se observan 23 componentes para Zac19, 24 para Cedro y el consorcio de Zac19+Cedro.

Componente	Concentración (%)					
	1	2	3	4	5	6
2-metil ácido butanoico		0.21	-	-	0.19	-
α -Tujueno	0.84	1.06	0.87	0.7	1.15	0.87
α -Pino	0.66	0.73	0.74	0.54	0.84	0.66
Camfeno	0.54	0.61	0.75	0.5	0.73	0.63
β -Pino	-	-	-	-	0.2	-
1-Octen-3-ol	0.6	0.74	0.85	0.79	0.99	0.68
N-methyl-2-Piridinemetanamina	-	-	-	0.98	-	-
3-Octano	-	0.21	-	-	-	-
β -Mirceno	1.14	1.38	1.13		1.45	1.17
α -Terpineno	-	1.76	-	1.25	-	1.37
α -Felandreno	-	-	-	-	0.18	-
2-Careno	1.08	-	1.16	-	1.83	-
O-Cimeno	21.79	18.62	20.38	17.15	19.37	16.66
3-Careno	-	-	-	0.44	-	-
Limoneno	-	0.54	-	-	0.59	-
D-Limoneno	0.5	-	0.51	-	-	-
Eucaliptol	0.63	0.42	1.41	0.75	0.52	0.7
J-Terpineno	11.8	17.91	11.94	12.8	17.84	13.97
cis- β -Terpineol	0.75	0.83	0.78	0.74	0.73	0.82
Linalol	3.06	2.88	2.21	2.13	2.51	1.77
d-2-Bornanon	-	-	-	-	1.11	-
Alcanfor	0.65	0.97	0.67	-	-	-
Borneol	-	-	1.94	1.94	1.27	-
L-Borneol	1.69	1.06	-	-	-	1.93
Terpinen-4-ol	0.66	0.62	0.58	0.64	0.75	0.39
α -Terpineol	0.23	-	0.28	-	0.73	-
Timol metil éter	0.68	0.24	0.39	0.57	-	-
Isotimol metil éter	-	0.79	-	-	0.73	0.73
Acetato de Bornilo	-	-	-	-	0.25	0.54
Acetato de L-Bornilo	-	-	0.26	-	-	-
Timol	48.08	43.24	50.66	51.05	43.73	52.55
Carvacrol	2.78	2.04	1.15	3.37	0.51	3.42
2-cyano-Acetamida	-	1.28	-	1.82	1.00	-
Cariofileno	1.31	1.56	0.93	1.84	1.27	0.68
Oxido de Cariofileno	0.53	-	0.39	-	0.23	-
Isolimoneno	-	0.27	-	-	-	-

La presente investigación brinda mejor comprensión respecto a la interacción organismos benéficos del suelo (HMA y RPCV) y *T. vulgaris* en condiciones de cultivo en campo. Los HMA y las RPCV (P61)

tuvieron un papel importante en crecimiento de las plantas de to-millo, así como en la calidad y ren-dimiento de su AE, sugiriendo su uso en plantas en condiciones de campo.

LITERATURA CITADA

Alarcón A. 2007. Micorriza arbuscular. In Ferrera-Cerrato R., Alarcón A. Microbiología agrícola: Hongos, bacterias, micro y macrofauna, control biológico y planta-microorganismo. Trillas, México. 97-98 p.

- Ahmed E.A., Hassan E.A., Tobgy K.M., Ramadan E.M. 2014. Evaluation of rhizobacteria of some medicinal plants for plant growth promotion and biological control. *Annals of Agricultural Science* 59(2): 273-280.
- Alpaslan D., Arslan M., Rusu L. 2013. Effects of harvesting hour on essential oil content and composition of *Thymus vulgaris*. *Farmacía* 61 (6): 1194-1203.
- Amad A., Männer K., Wendler K.R., Neumann K., Zentek J. 2011. Effects of a phytogetic feed additive on growth performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science* 90: 2811-2816.
- An-Dong S., Qian L., Jian-Guo H., Ling Y. 2013. Influence of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth, Mineral Nutrition and Chlorogenic Acid Content of *Lonicera confusa* Seedlings Under Field Conditions. *Pedosphere* 23: 333-339.
- Bai-Bailey L. 1963. Manual of cultivated plants. Macmillan Pub Co. 1116 p.
- Banchio E., Bogino P., Zygadlo J., Giordano W. 2008. Plant growth promoting rhizobacteria improve growth and essential oil yield in *Origanum majorana* L. *Biochemical Systematics and Ecology* 36: 766-771.
- Cappellari L., Santoro M., Nieves F., Giordano W., Banchio E. 2013. Increase of secondary metabolite content in marigold by inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied Soil Ecology* 70: 16-22.
- Cappellari L., Santoro M., Reinoso H., Travaglia C., Giordano W., Banchio E. 2015. Anatomical, morphological, and phytochemical effects of inoculation with plant growth promoting rhizobacteria on peppermint (*Mentha piperita*). *J Chem Ecol* 41: 149-158.
- Colombo R., Martínez A., Fernández F., Fernández L., Baren C., Lirab P., Godeasa A. 2013. Differential effects of two strains of *Rhizophagus intraradices* on dry biomass and essential oil yield and composition in *Calamintha nepeta*. *Rev Argent Microbiol.* 45(2): 114-118.
- Copetta A., Lingua G., Berta G. 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. *Genovese*. *Mycorrhiza* 16:485-494.
- De La Rosa C. 2009. Micorriza arbuscular y estrés abiótico en el contenido de alcaloides (vinblastina y vincristina) de *Cantharanthus roseus* (L.) G. Don. (Tesis de doctorado) Estado de México: Colegio de Postgraduados, 2009.
- Guerrero L., Ruiz P.L.M 2012. El cultivo de plantas aromáticas, una alternativa agroindustrial para ejidos y comunidades agrarias. México. Editorial del Colegio de Postgraduados. 67 p.
- Gupta M.L., Prasad A., Ram. M., Kumar S. 2002. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. *Bioresource Technology* 81:77-79.
- Gurib-Fakim A. 2006. Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular Aspects of Medicine* 27: 1-93.
- Juárez-Rosete C. R., Aguilar-Castillo J. A., Juárez-Rosete M. E., Bugarín-Montoya R., Juárez-López P., Cruz E. 2013. Hierbas aromáticas y medicinales en México: tradición e innovación. *Bio Ciencias* 2: 119-129.
- Karagiannidis N., Thomidisa D., Panou-Filotheou E., Karagiannidou C. 2011. Effect of three Greek arbuscular mycorrhizal fungi in improving the growth, nutrient concentration, and production of essential oils of oregano and mint plants. *Scientia Horticulturae* 129: 329-334.
- Keltawi N., Croteau R. 1997. Influence of foliar applied cytokinins on growth and essential oil content of several members of the lamiaceae. *Phytochemistry* 26 (4): 891-895.
- Lubbe A., Verpoorte R. 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products* 34: 785-801.
- Mahmood S., Ahmad M., Ahmad Z., Javaid A., Ashraf M. 2014. The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. *Biotechnology Advances* 32: 429-448.
- Phillips, J.M., Hayman D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society.* 55: 158-161.
- Sánchez-Verdugo C., Lucero-Flores M. 2012. Nichos de mercado de especies aromáticas orgánicas tipo gourmet. México. CINBOR. Editorial Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California Sur.
- Santoro S., Zygadlo J., Giordano W., Banchio E. 2011. Volatile organic compounds from rhizobacteria increase biosynthesis of essential oils and growth parameters in peppermint (*Mentha piperita*). *Plant Physiology and Biochemistry* 49:1177-1182.
- Tapia-Goné J., Ferrera-Cerrato R., Varela-Fregoso L., Rodríguez-Ortiz J., Soria-Colunga J., Tiscareño-Iracheta M., Loredó-Ostí C., Alcalá-Jáuregui A., Villar-Morales C. 2010. Infectividad y efectividad de hongos micorrízicos arbusculares nativos de suelos salino en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*). *Revista Mexicana De Micología* 31: 69-74.
- Wagner H., Blatt S. 2001. Plant drug analysis: a thin layer chromatography atlas. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 369 p.
- Zubek S., Stojakowska A., Anińska T., Turnau K. 2010. Arbuscular mycorrhizal fungi alter thymol derivative contents of *Inula ensifolia* L. *Mycorrhiza* 20:497-504.

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE DE VARIEDADES CRIOLLAS DE *Arachis hypogaea* L.

PHYSICAL CHEMISTRY EVALUATION OF OIL FROM *Arachis hypogaea* L. CREOLE CULTIVARS

Martínez-Sánchez, J. ^{1*}; Espinosa-Paz, N. ¹; Fernández-González, I. ¹; Martínez-Valencia, B.B. ²;
De la Cruz-Morales, F.R. ³; Cadena-Iñiguez, P. ¹

¹Campo Experimental Centro de Chiapas-INIFAP km 3.0 Carretera Ocozocoautla-Cintalapa, C.P. 29140, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. ²Campo Experimental Rosario Izapa-INIFAP km 18.0 carretera Tapachula-Cacahoatán, C.P. 30870, Tuxtla Chico, Chiapas. ³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Centro Académico Regional Cintalapa. Prolongación de la Av. Benito Juárez, camino al Rancho La Enramada S/N, C.P. 30400, Cintalapa de Figueroa, Chiapas.

*Autor responsable: martínez.jesus@inifap.gob.mx

RESUMEN

En los últimos años se ha incrementado el interés por el uso de variedades criollas de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) en programas de mejoramiento genético y diversas aplicaciones industriales, sin embargo antes de su uso, es necesario documentar sus características agronómico-productivas y calidad del grano. Se evaluó el rendimiento de grano y las características físico-químicas del aceite de cacahuete de ocho variedades criollas (Aguacero, Cristóbal Colón, El Triunfo, Frontera Comalapa, Parral, Ocozocoautla y Villaflores) y cuatro variedades mejoradas (Flourrunner, Ranferi Díaz, RF-214 y Rio Balsas) cultivadas en Chiapas, México. Las características determinadas fueron: porcentaje de aceite, perfil de ácidos grasos, índices de acidez, yodo, saponificación, refracción y peróxidos, la densidad y la viscosidad cinemática. Se registraron diferencias significativas en el rendimiento de grano (0.96-4 t ha⁻¹), el porcentaje de aceite (44%-59%), los ácidos grasos oleico (36%-49%), linoleico (24%-32%), la relación O/L (1.0-1.7) y el ácido palmítico (8.2%-10.5%). En el aceite se registraron diferencias estadísticas en los índices de acidez (3%-6%), yodo (88.8-98.5 cgl₂ K⁻¹), saponificación (95.1-116.4 mgKOH g⁻¹), peróxidos (0.5-3.3 meqO₂ kg⁻¹); y en la viscosidad cinemática (81.7-84.1 mm² s⁻¹). Las variedades locales de Cristóbal Colón, El Triunfo y El Aguacero, destacaron en el contenido total de ácidos grasos insaturados (77%-80%).

Palabras clave: Ácidos grasos, rendimiento, variedades locales, cacahuete.

ABSTRACT

In recent years, interest has increased over the use of Creole cultivars of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in genetic improvement programs and various industrial applications; however, before its use, it is necessary to document its agronomic-productive traits and the grain's quality. The grain yield and physical chemistry characteristics of peanut oil from eight Creole cultivars (Aguacero, Cristóbal Colón, El Triunfo, Frontera Comalapa, Parral, Ocozocoautla and Villaflores) and four improved varieties (Flourrunner, Ranferi Díaz, RF-214 and Rio Balsas), grown in Chiapas, México, were evaluated. The traits determined were: percentage of oil, fatty acids profile, indexes of acidity, iodine, saponification, refraction and peroxides, density, and cinematic viscosity. Significant differences were recorded in grain yield (0.96-4 t ha⁻¹), percentage of oil (44%-59%), oleic fatty acids (36%-49%), linoleic (24%-32%), O/L relation (1.0-1.7), and palmitic acid (8.2%-10.5%). Statistical differences were seen in the oil for acidity indexes (3%-6%), iodine (88.8-98.5 cgl₂ K⁻¹), saponification (95.1-116.4 mg KOH g⁻¹), peroxides (0.5-3.3 meqO₂ kg⁻¹), and cinematic viscosity (81.7-84.1 mm² s⁻¹). The local cultivars Cristóbal Colón, El Triunfo and El Aguacero stood out in the total content of unsaturated fatty acids (77%-80%).

Keywords: fatty acids, yield, local cultivars, peanut.

INTRODUCCIÓN

En México, el cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) es un cultivo que se establece anualmente en más de 59,250 ha y se produce alrededor de 98,590 t⁻¹ de grano con una media de 1.71 t ha⁻¹. En el estado de Chiapas, se establece en alrededor de 7,440 ha para una producción promedio de 13,968 t⁻¹ y una media de rendimiento de 1.89 t ha⁻¹, principalmente en los Distritos de Desarrollo Rural ubicados en Tuxtla Gutiérrez (62.57%), Villaflores (25.15%) y Comitán (12.28%), constituyendo una rica fuente de proteínas, aceite y minerales (Grosso y Gúzman, 1993); ya que es consumido tostado, garapiñado, hervido, tabletas, atoles, etcétera. Las variedades locales ("criollas") son un recurso fitogenético que han demostrado mayor plasticidad genética y adaptación a condiciones ecológicas específicas, diversos usos tradicionales y reducen la dependencia de semillas en sectores de alta vulnerabilidad climática (Chavez-Servia et al., 2011). Algunos estudios han demostrado que diferentes recolectas de cacahuate compiten en rendimiento de grano, contenido de aceite y composición nutrimental con variedades mejoradas (Campos et al., 2009), sin embargo, diferencias en la composición química sugieren que cada variedad puede tener diferentes usos (extracción de aceite, mantequillas, pastas, cosméticos); y bajo este contexto, se evaluó el rendimiento de grano y características físico-químicas del aceite de cacahuate de diferentes variedades criollas del estado de Chiapas, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una recolecta de variedades criollas en ocho localidades de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) Comitán, Tuxtla Gutiérrez y Villaflores: Frontera Comalapa del DDR Comitán, Ocozocoautla de Espinosa, El Aguacero, El Parral, El Triunfo, Cristóbal Colón y Suchiapa del DDR Tuxtla Gutiérrez y Villaflores. En estas regiones los productores siembran en suelos arenosos que se conocen coloquialmente como "carne tierra", "yucuela" y/o "cascajosos", propiciando un mejor desarrollo del fruto y facilidad en las labores de cosecha (López y Garrido, 1992). El procedimiento para obtener las muestras consistió en ubicar localidades con mayor producción de cacahuate (SIAP, 2011), así como, agricultores con mayor disponibilidad de semilla y con más de cinco años de selección de germoplasma. Para cada localidad se obtuvo una variante biológica con 5 kg y en total se recolectaron ocho. Se utilizó además variedades mejoradas que ya se están sembrando en Chiapas tales como, Ranferi Díaz, RF-214, Rio Balsas y Flourunner.

Evaluación agronómica

El experimento se sembró, bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en el Campo Experimental Centro de Chiapas (CECECH) del INIFAP, en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. En un suelo plano de textura arenosa. La parcela experimental constó de cuatro surcos de cinco metros de longitud a una separación de 60 cm y 40 cm entre matas de dos plantas, la parcela útil fueron los dos surcos centrales. Para la nutrición, se empleó fertilización N40-P40-K00, sin registro de incidencia de plagas. A la cosecha, se hizo la estimación del rendimiento ajustando el porcentaje de 14% humedad del grano.

Determinación de porcentaje y calidad de aceite

Se tomó una muestra de 1 kg⁻¹ de grano de cada variedad para realizar la evaluación físico-química del aceite con tres repeticiones por muestra bajo un diseño experimental completamente al azar. El porcentaje de aceite se determinó por el método soxhlet o solventes (AOAC, 1995), el perfil de ácidos grasos se determinó por cromatografía de gases utilizando un detector FID bajo el procedimiento reportado por la norma Europea CE. No 796/2002. Los índices de acidez, yodo, peróxidos y saponificación se determinaron usando las metodologías de las normas mexicanas: NMX-F-101-1987, NMX-F-408-S-1981, NMX-F-154-SCFI-2010 y NMX-F-174-S-1981, respectivamente. Para obtener los parámetros de viscosidad cinemática y densidad relativa del aceite, se utilizó un viscosímetro SVM 3000/62 ANTON PAAR y se hizo la lectura a 20 °C. Finalmente para determinar el índice de refracción, se utilizó un refractómetro Kruss Optronic DR6000-T. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey, utilizando el programa estadístico SAS 9.1[®].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los análisis de varianza se detectaron diferencias estadísticas en el rendimiento de grano, el porcentaje de aceite, los ácidos grasos oleico (O), linoleico (L), la relación O/L y ácido palmítico. En relación a las características físico-químicas, se registraron diferencias estadísticas en los índices de acidez, yodo, saponificación, peróxidos y en la viscosidad cinemática (Cuadro 1). Por tanto se atribuyó variabilidad en la productividad y la calidad de aceite de las variedades evaluadas.

Cuadro 1. Variables relacionadas con el rendimiento de grano y calidad del aceite de 12 variedades locales de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas en Chiapas, México.

Variable	Cuadrado medio	Promedio	CV
Rendimiento de grano (t/ha)	5.0*	3.0	29.2
Porcentaje de aceite (%)	22.7**	53.9	25.4
Ácido oléico (O) C:18:1N9C	22.0*	45.3	4.0
Ácido linoléico (L) C:18:2N6C	14.8*	29.4	7.6
Relación O/L	0.1**	1.6	7.9
Ácido Gadoléico C:20:1	0.1ns	0.9	11.7
Ácido palmítico C:16	1.0*	9.1	5.7
Ácido margárico C:17	0.3ns	0.7	32.6
Ácido esteárico C:18	0.2ns	2.1	16.1
Ácido araquídico C:20	3.5ns	3.8	22.1
Ácido behénico C:22	2.2ns	4.9	26.6
Ácido lignocérico C:24	2.3ns	3.8	24.9
Acidez (%)	0.1**	0.4	6.3
Índice de yodo	34.2**	93.7	2.2
Índice de refracción	7.9ns	1.4	3.6
Índice de saponificación	122.4**	102.9	2.2
Índice de peróxidos	1.4**	1.3	15.3
Viscosidad cinemática	0.7**	83.3	0.4

* y ** significativo a nivel de $P < 0.05$ y $P < 0.01$, respectivamente. CV=coeficiente de variación. Fuente: Elaboración propia a partir de los análisis de laboratorio.

Cuadro 2. Rendimiento de grano y aceite de diferentes variedades de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas en Chiapas, México.

Variedad de cacahuete	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Aceite (%)
RF-214	4.0 ^a *	55.3 ^a
Rio Balsas	3.4 ^a	53.7 ^a
Ranferi Díaz	3.3 ^a	56.2 ^a
Florunner	3.7 ^a	55.3 ^a
V**. Ocozocoautla	3.4 ^a	55.4 ^a
V. Parral	2.8 ^a	54.3 ^a
V. El Triunfo	3.0 ^a	58.9 ^a
V. Aguacero	3.8 ^a	56.6 ^a
V. Cristóbal Colón	3.7 ^a	57.9 ^a
V. Villaflores	0.96 ^b	55.4 ^a
V. Frontera Comalapa	0.96 ^b	44.2 ^b
V. Suchiapa	3.3 ^a	44.3 ^b

*Medias con la misma letra en columna no son estadísticamente diferentes. **C=variedad local. Fuente: Elaboración propia a partir de los trabajos de campo.

en productividad con las variedades mejoradas. El rango de porcentaje de aceite fue entre 44.2% y 58.9% (Cuadro 2) que se encuentra en los valores reportados para el aceite de cacahuete (Asibuo *et al.*, 2008; Venkatachalam y Sathe, 2006), las variedades de Frontera Comalapa y Suchiapa tuvieron los valores más bajos y fueron estadísticamente diferentes. Para fines industriales se requieren variedades de cacahuete con más de 45% de aceite (Gaitán, 2011). Los porcentajes de aceite de las mejores variedades de este estudio, son similares a los reportados para genotipos sobresalientes en esta característica en China (Wang *et al.*, 2011) y superan los valores reportados para recolectas procedentes de Guanajuato, Guerrero, Morelos y Puebla en México, así como, para otras de Estados Unidos de América y Argentina (Campoy, 1998).

Respecto a la distribución del contenido de ácidos grasos insaturados de las 12 variedades evaluadas, los porcentajes de los ácidos oleico y linoleico de las variedades fluctuó entre 35.9% a 48.6% y 24.2% a 35.6%, respectivamente (Cuadro 3); que coinciden con la norma NMX-F-SCFI-2012. En el ácido oleico (O) la variedad con menor porcentaje y diferente estadísticamente fue la criolla de Parral que registró el valor más alto de ácido linoleico (L), por lo tanto, presentó una relación O/L de 1.0. En cambio, la variedad con menor porcentaje de ácido linoleico fue la variedad mejorada Rio Balsas, registrando la mayor relación O/L. Para el resto de los genotipos esta relación varió entre 1.5 y 1.6. Lo anterior se atribuye a que el ácido oleico presentó mayor concentración que el linoleico en la mayoría de las variedades. Una alta relación

El rendimiento de grano estuvo en el rango de 0.96 y 4.0 t ha⁻¹ (Cuadro 2), las variedades locales de Villaflores y de Frontera Comalapa fueron las de menor rendimiento y diferentes estadísticamente al resto de las variedades, mientras que las de mejor rendimiento en este estudio se catalogaron con una productividad media según Campos *et al.* (2009) superando la media de 1.89 t ha⁻¹ del estado de Chiapas (SIAP, 2014). Estos resultados demuestran que existen variedades "criollas" sobresalientes y que pueden competir

Cuadro 3. Contenido de ácidos grasos insaturados en el aceite de variedades de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas en Chiapas, México.

Variedad de Cacahuate	Ácidos grasos insaturados (%)				
	Oléico C:18:1N9C	Linoléico C:18:2N6C	O/L	Gadoléico C:20:1	Total (%)
RF-214	43.6 ^{a*}	27.7 ^{ab}	1.6 ^a	0.7 ^a	72.0
Rio Balsas	44.4 ^a	24.2 ^b	1.9 ^a	0.4 ^a	69.0
Ranferi Díaz	46.2 ^a	27.7 ^{ab}	1.7 ^a	0.8 ^a	74.7
Florunner	46.1 ^a	29.3 ^{ab}	1.6 ^a	1.3 ^a	76.7
V** Ocozocoautla	44.4 ^a	29.2 ^{ab}	1.6 ^a	0.9 ^a	74.5
V. Parral	35.9 ^b	35.6 ^a	1.0 ^b	0.9 ^a	72.4
V. El Triunfo	45.0 ^a	31.0 ^{ab}	1.5 ^{ab}	1.0 ^a	77.0
V. Aguacero	47.3 ^a	29.0 ^{ab}	1.7 ^a	0.9 ^a	77.2
V. Cristóbal Colón	48.6 ^a	30.1 ^{ab}	1.6 ^a	1.2 ^a	79.9
V. Villaflores	46.1 ^a	28.6 ^{ab}	1.6 ^a	0.9 ^a	75.6
V. Frontera Comalapa	48.5 ^a	28.2 ^{ab}	1.7 ^a	0.8 ^a	77.5
V. Suchiapa	46.5 ^a	31.9 ^{ab}	1.5 ^{ab}	1.3 ^a	79.7

*Medias con la misma letra en columna no son estadísticamente diferentes. **C = variedad local.
Fuente: Elaboración propia a partir de los análisis de laboratorio.

de los ácidos oleico/linoleico es una característica deseable para los aceites vegetales comestibles, valores por arriba de 1.5 se consideran adecuados (Branch *et al.*, 1990). Excepto la variedad criolla de Parral, el resto de las variedades superó los valores de la relación O/L reportados para las variedades VA-81-B, NC-2, Col-61-Gto y Col-24-Gro (Campos *et al.*, 2009). Autores como Grosso *et al.* (2002) reportaron valores máximos de 1.4 para genotipos silvestres de *Arachis* sp., en Argentina. En el porcentaje de ácido gadoléico no hubo diferencias estadísticas, resaltando que el valor registrado para la variedad Rio Balsas fue inferior a lo esperado en la norma NMX-F-SCFI-2012. El porcentaje total de ácidos grasos insaturados mostró valores que variaron entre 69% y 79.9%. Los porcentajes más altos de ácidos grasos insaturados totales correspondieron a las variedades locales de Cristóbal Colón, el Aguacero y El Triunfo, con valores similares a los reportados por Campos *et al.* (2009). Estas variedades presentaron valores más altos de ácido linoleico que una variedad local de Chía (*Salvia hispánica*) de Yucatán (29.4% vs 20.3%) pero fueron deficientes en el ácido α -Linolenico (0 vs 68.52%) (Segura *et al.*, 2014).

La distribución porcentual del contenido de los principales ácidos grasos saturados de las 12 variedades de cacahuate cultivadas en Chiapas (Cuadro 4), destacan la presencia del ácido margárico con valores de 0.2% a 1.5%, ya que este ácido graso se encuentra mayoritariamente en las grasas de animales y en pocos casos en aceites

vegetales (Zamarripa *et al.*, 2014); y el mayor valor de ácido palmítico fue para RF-214, mientras que el menor fue para las variedades Ranferi Díaz y El Triunfo, las dos últimas difirieron estadísticamente de la primera. Para los porcentajes de los ácidos grasos margárico, esteárico, araquídico, behénico y lignocérico no hubo diferencias estadísticas entre variedades. Los valores promedio de los ácidos palmítico y esteárico, estuvieron dentro de la norma NMX-F-SCFI-2012; mientras que los valores promedio para los ácidos grasos saturados araquídico y lignocérico estuvieron fuera de rango con promedios arriba del máximo. En relación al ácido behénico, las variedades locales del Aguacero y Cristóbal Colón tuvieron valores dentro del límite máximo (4.5), el resto superó los valores de la NMX-F-SCFI-2012 y los reportados por Ozcan y Seven (2003) y Grosso y Guzmán (1993). Las variedades del Aguacero, Cristóbal Colón y Suchiapa tuvieron los porcentajes más bajos de ácidos grasos saturados totales con 22.8%, 20.1% y 20.3%, respectivamente. Los porcentajes de ácidos grasos saturados totales registrados en el resto de las variedades fueron mayores debido a la presencia del ácido margárico y los altos porcentajes del ácido behénico.

Las características químicas más usadas para la clasificación de los aceites son: el índice de yodo, saponificación, peróxidos y la acidez; por otra parte, las características físicas de mayor empleo son la gravedad específica, el índice de refracción, la densidad y el punto de fusión. Los

Cuadro 4. Contenido de ácidos grasos saturados en el aceite de variedades de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas en Chiapas, México.

Variedad de cacahuate	Ácidos grasos saturados (%)						Total
	Palmitico C:16	Margárico C:17	Esteárico C:18	Araquídico C:20	Behénico C:22	Lignocérico	
RF-214	10.5 ^a	0.0 ^a	2.3 ^a	3.4 ^a	6.4 ^a	5.4 ^a	28.0
Rio Balsas	10.2 ^{ab}	0.7 ^a	2.7 ^a	4.6 ^a	6.9 ^a	5.9 ^a	31.0
Ranferi Díaz	8.2 ^b	1.1 ^a	1.9 ^a	6.3 ^a	4.3 ^a	3.5 ^a	25.3
Florunner	9.2 ^{ab}	0.8 ^a	1.9 ^a	3.7 ^a	4.4 ^a	3.3 ^a	23.3
V**Ocozocoautla	9.0 ^{ab}	1.5 ^a	2.1 ^a	2.5 ^a	5.8 ^a	4.6 ^a	25.5
V. Parral	9.9 ^{ab}	0.0 ^a	2.6 ^a	4.8 ^a	5.9 ^a	4.4 ^a	27.6
V. El Triunfo	8.4 ^b	0.9 ^a	1.7 ^a	5.1 ^a	4.0 ^a	2.9 ^a	23.0
V. Aguacero	9.0 ^{ab}	0.8 ^a	1.9 ^a	3.1 ^a	4.6 ^a	3.4 ^a	22.8
V. Cristóbal Colón	8.8 ^{ab}	0.7 ^a	2.3 ^a	1.7 ^a	3.8 ^a	2.8 ^a	20.1
V. Villaflores	9.3 ^{ab}	0.8 ^a	1.8 ^a	3.9 ^a	4.8 ^a	3.8 ^a	24.4
V. Frontera Comalapa	8.6 ^{ab}	1.0 ^a	1.8 ^a	4.3 ^a	3.9 ^a	2.9 ^a	22.5
V. Suchiapa	8.5 ^{ab}	0.7 ^a	2.2 ^a	2.2 ^a	3.9 ^a	2.8 ^a	20.3

*Medias con la misma letra en columna no son estadísticamente diferentes. **C=variedad local.
Fuente: Elaboración propia a partir de los análisis de laboratorio.

porcentajes de acidez fluctuaron entre 3% y 6%, similar a lo registrado por Pascual *et al.* (2006). Excepto las variedades del Aguacero y de Frontera Comalapa, la mayoría de las variedades presentaron valores igual o menores a 5%, lo cual significa presencia de altos niveles de ácidos grasos libres que propician la oxidación del aceite (Zamarripa *et al.*, 2014). Las variedades de cacahuate bajo estudio, presentaron valores en rangos de 88.8 a 98.3 (cgl₂/g), 1.5, 95.1 a 116.4 (mg KOH/g) y 0.5 a 3.3 (meqO₂/kg) para los índices de: yodo, refracción, saponificación y peróxidos, respectivamente. El valor más alto de índice de yodo se presentó en la variedad criolla de Parral, que tuvo diferencias estadísticas con las variedades criollas de El Triunfo, Aguacero, Frontera Comalapa y Cristóbal Colón. Lo deseable en los aceites comestibles es que presenten un índice de yodo bajo y una alta relación O/L (Branch *et al.*, 1990), ya que esto se traduce en una mayor estabilidad del aceite en almacenamiento (Hashim *et al.*, 1993). Esta condición la cumplen las variedades criollas de El Triunfo, Aguacero y Cristóbal Colón. En el índice de refracción no hubo diferencias estadísticas entre variedades. El valor promedio para todas las variedades fue de 1.47, ligeramente mayor a lo indicado en la NMX-F-SCFI-2012. Para el índice de saponificación el valor más alto se registró en la variedad local de Villaflores, con diferencias estadísticas respecto al resto de los tratamientos. Sin embargo, los valores promedio de todas las variedades fueron menores a lo indicado en la NMX-F-SCFI-2012. En el índice de peróxidos, la variedad Ranferi

Díaz presentó el porcentaje más alto y diferencias estadísticas con el resto de las variedades. Además, superó el límite máximo para este indicador (NMX-F-SCFI-2012). En este estudio, la densidad relativa del aceite para todas las variedades de cacahuate analizadas fue de 0.91; y los valores de viscosidad cinemática registrados en todas las variedades cultivadas en Chiapas, fluctuaron entre 81.7 a 84.5 a 20 °C. Estos valores son mayores a los reportados por Nouredinni *et al.* (1992). La mayoría de los aceites comestibles presentan valores de viscosidad entre 27 y 40 mm² s⁻¹ (Zamarripa *et al.*, 2014), por lo tanto, los valores promedio encontrados en variedades de cacahuate de Chiapas se consideran altos (Figura 1) (Cuadro 5).

Las variedades locales de Parral, El Triunfo, Cristóbal Colón, Ocozocoautla y el Aguacero fueron similares en rendimiento de grano, porcentaje de aceite y contenido de ácidos grasos insaturados con las variedades mejoradas introducidas a Chiapas, por lo tanto, tienen potencial para proyectos de interés industrial (Gaitán, 2011). Las variedades locales de El Triunfo, Aguacero y Cristóbal Colón son aptas para la elaboración de productos alimenticios con alto contenido de ácidos grasos insaturados, que disminuyen el contenido de lipoproteínas de baja densidad en la sangre, previenen enfermedades coronarias del corazón y el síndrome metabólico (Ros, 2010; Sabaté *et al.*, 2010; Venkatachalam y Sathe, 2006). En las características físicas y químicas del aceite, todas las variedades evaluadas tuvieron un comportamiento



Figura 1. A-B: Almendra de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.). C: Extracción de aceite. D: Cultivo de cacahuete en Chiapas, México.

similar en relación a los valores óptimos indicados en la NMX-F-SCFI-2012. La caracterización de las propiedades físico-químicas de los granos de cacahuete indica usos potenciales de las variedades, no obstante, es necesario complementar los análisis de composición química de las variedades con el contenido de proteínas, minerales, antioxidantes y características bromatológicas.

CONCLUSIONES

Las variedades estudiadas registraron valores de interés para la industria y programas de mejoramiento genético, el comportamiento de algunas variedades criollas fue similar al de las mejoradas en rendimiento, porcentaje de aceite y perfil de ácidos grasos. Las variedades locales de Cristóbal Colón, El Triunfo y El Aguacero, destacaron en el contenido total de ácidos grasos insaturados. En las variedades estudiadas los valores de los índices de yodo y peróxidos estuvieron dentro de la NMX-F-SCFI-2012, mientras que los valores de los índices de refracción y saponificación estuvieron fuera de ésta.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemist. (16 Ed.), edited by P. Cunniff. AOCS International, Gaithersburg, MD.
- Asibuo J.Y., Agromah R., Safo-Kantanka O., Adu-Dapaah H.K., Ohemerg-Dapaah S., Agyeman A. 2008. Chemical composition of groundnut, *Arachis hypogaea* (L) landraces. Afr. J. Biotechnol. 7 (13), 2203-2208.
- Branch W., Nakayama T. Chinnan M. 1990. Fatty acid variation among U. S. runner peanut cultivars. J. Am. Oil. Chem. Soc. 9, 591-593.
- Campos M.M.G., Calderón A.M.B., Durán A.P.L.C., Campos R., Oliart R.M., Ortega R. J., Medina, J.G. L. A. 2009. Nutritional composition of new peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. Grasas y aceites 60 (2), 161-167.
- Campoy G.E. 1998. Caracterización bromatológica de 36 variedades de cacahuete. Tesis de Licenciatura. Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo.
- CE. No.796/2002. Reglamento de la comisión. Características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo y sus métodos de análisis. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 6 de mayo de 2002.
- Chavez S.J.L.; Carrillo R.A.M.; Vera G., Rodríguez E.G., Lobato O.G.R. 2011. Utilización actual y potencial del jitomate silvestre mexicano. Subsistema Nacional para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, CIIDIR-Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional e Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Oaxaca, México. 72 p.
- Gaitan G.J. 2011. Programa Estratégico de necesidades de la investigación y transferencia de tecnología para el estado de Chiapas. Segunda fase: determinación de temas prioritarios de investigación y transferencia de tecnología en las cadenas agroalimentarias y agroindustriales de Chiapas. Tecnológico de Monterrey, Fundación Produce Chiapas A. C. 92p.

Cuadro 5. Características físico-químicas y calidad del aceite de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) de variedades cultivadas en Chiapas, México.

Variedad	Índices que determinan la calidad del aceite					Densidad relativa	Viscosidad Cinemática (mm ² s ⁻¹)
	Acidez (%)	Yodo (cgl ₂ g ⁻¹)	Refracción	Saponificación (mgKOH g ⁻¹)	Peróxidos (meqO ₂ kg ⁻¹)		
RF-214	4.0 ^c	97.1 ^{ab}	1.47 ^a	95.3 ^f	1.3 ^{bc}	0.91 ^a	83.2 ^{ab}
Rio Balsas	4.0 ^c	97.6 ^{ab}	1.47 ^a	104.6 ^{dc}	0.5 ^d	0.91 ^a	83.2 ^{ab}
Ranferi Díaz	3.0 ^d	95.4 ^{abc}	1.47 ^a	102.0 ^{de}	3.3 ^a	0.91 ^a	83.5 ^{ab}
Florunner	3.0 ^d	94.0 ^{abcd}	1.47 ^a	95.1 ^f	1.0 ^{bcd}	0.91 ^a	84.1 ^a
V** Ocozocoautla	5.0 ^b	97.2 ^{ab}	1.47 ^a	101.0 ^{def}	1.4 ^b	0.91 ^a	83.8 ^{ab}
V. Parral	4.0 ^c	98.3 ^a	1.47 ^a	97.4 ^{ef}	0.8 ^{cd}	0.91 ^a	81.7 ^c
V. El Triunfo	4.0 ^c	89.1 ^d	1.47 ^a	108.1 ^{bc}	1.3 ^{bc}	0.91 ^a	83.4 ^{ab}
V. Aguacero	6.0 ^a	91.9 ^{bcd}	1.47 ^a	109.5 ^{bc}	1.0 ^{bcd}	0.91 ^a	83.5 ^{ab}
V. Cristóbal Colón	4.0 ^c	88.8 ^d	1.47 ^a	101.0 ^{def}	1.0 ^{bcd}	0.91 ^a	82.7 ^{bc}
C. Villaflores	5.0 ^b	92.4 ^{abcd}	1.47 ^a	116.4 ^a	1.3 ^{bc}	0.91 ^a	83.7 ^{ab}
V. Frontera Comalapa	6.0 ^a	90.4 ^{cd}	1.47 ^a	100.8 ^{def}	1.2 ^{bc}	0.91 ^a	83.5 ^{ab}
V. Suchiapa	5.0 ^b	92.3 ^{abcd}	1.47 ^a	101.6 ^{de}	1.2 ^{bc}	0.91 ^a	83.5 ^{ab}

*Medias con la misma letra en columna no son estadísticamente diferentes. **C=variedad local.

Fuente: Elaboración propia a partir de los análisis de laboratorio.

Garrido R.E.R. 2011. Principales plagas y enfermedades del cacahuete en Chiapas. Folleto para productores No. 11. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Centro de Chiapas. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México. 44p.

Grosso N.R., Guzmán C.A. 1993. Lipid, protein, ash contents, and fatty acid and sterol composition of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds from Ecuador. *Peanut Sci.* 22, 84-89.

Grosso N.R.; Nepote N., Gianuzzo N., Guzmán C.A. 2002. Composición porcentual de ácidos grasos y de esteroides de algunos genotipos de especies silvestres de maní. *J. Arg. Chem Soc.* 90 (4), 45-53.

Hashim I.B.; Koehler P.E.; Eitenmiller R.R., Kvien C.K. 1993. Fatty acid composition and tocopherol content of drought stressed Flourrunner peanuts. *Peanut Sci.* 20, 21-24.

López L.A., Garrido R.E.R. 1992. Guía para cultivar cacahuete de temporal en el Centro de Chiapas. Folleto para productores No. 6. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Centro de Chiapas. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México. 16p.

NMX-F-408-S-1981. Alimentos para humanos-Aceites y grasas vegetales o animales-Determinación del índice de yodo por el método de Hanus.

NMX-F-174-S-1981. Alimentos para humanos-Determinación del índice de saponificación en aceites vegetales o animales. Diario Oficial de la Federación.

NMX-F-101-1987. Alimentos-Aceites y grasas vegetales o animales-Determinación del índice de acidez. Diario Oficial de la Federación.

NMX-F-154-SCFI-2010. Alimentos-Aceites y grasas vegetales o animales-Determinación del valor de peróxido. Diario Oficial de la Federación.

NMX-F-027-SCFI-2012. Alimentos-Aceite comestible puro de cacahuete-Especificaciones. Diario oficial de la Federación.

Ozcan, M & S. Seven. 2003. Physical and chemical analysis and fatty acids composition of peanut, peanut oil, and peanuts butter from COM and NC-7 cultivars. *Grasas y aceites* 54 (1), 12-18.

Pascual, C. G., S. Molina, S., C. Morales, S., K. Valdivia, G. & F. Quispe, J. 2006. Extracción y caracterización de aceite de variedades de maní (*Arachis hypogaea* L.) y elaboración de maní bañado con chocolate. *Mosaico Científico* 3 (1), 27-33.

Ros, E. 2010. Health benefits of nut consumption. *Nutrients* 2, 652-682.

Sabaté, T., K. Oda & E. Ros. 2010. Nut consumption and blood lipid levels. A pooled analysis of 25 intervention trials. *Arch. Intern. Med.* 170 (9), 821-827.

Segura, C. M. R.; N. Ciau, S. G. Rosado, R.; Chel, G.L. y Betancur, A.D. 2014. Physicochemical characterization of chia (*Salvia hispanica*) seed oil from Yucatán, México. *Agric. Sci.* 5 (3), 220-226.

SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2011. Anuario estadístico de la producción agrícola por estado. 2011. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado> (enero/2011).

SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. Anuario estadístico de la producción agrícola. 2010-2013. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/agricultura-produccion-anual> (agosto/2014).

Venkatachalam, M. & S. K. Sathe. 2006. Chemical composition of selected edible nuts seeds. *Agric. Food. Chem.* 54 (13), 4705-4714.

Wang, C. T., Y. Y. Tang, X. Z. Wang, D. X. Chen, F. G. Cui, Y. C. Chi, J. C. Zhang & S. L. Yu. 2011. Evaluation of groundnut genotypes from China for quality traits. *J. SAT. Agric. Res.* 9, 1-9.

Zamarripa, C. A.; Reyes, A.L.R.; Díaz, V.H. F. y Solís, B.J.L. 2014. Estudio de nuevas especies agrícolas con potencial para la producción de bioenergéticos. Libro Técnico (en prensa). Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas. 91p.

PERSPECTIVAS DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL PROVENIENTE DE MATERIA PRIMA RENOVABLE

PERSPECTIVES OF BIODIESEL PRODUCTION FROM RENEWABLE RAW MATERIALS

**Reyes-Reyes, A.L.^{1*}; Zamarripa-Colmenero A.¹; Iracheta-Donjuan, L.¹;
Espinosa-Zaragoza, S.²; Wong-Villarreal, A.³.**

¹Programa de Bioenergía. INIFAP. Km 18 Carretera Tapachula-Cacahoatán, Tuxtla Chico, Chiapas, México. ²Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Huehuetán, Chiapas, México. ³Universidad Tecnológica de la Selva. Ocosingo Chiapas.

***Autor responsable:** reyes.ana@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las emisiones de gases ocasionadas por el uso de combustibles fósiles, generan la necesidad de buscar fuentes de energía renovable, para lo cual los biocombustibles son una valiosa alternativa. Actualmente, los métodos de producción de biodiesel son muy estudiados, sin embargo las técnicas todavía no son eficientes. En este trabajo, se analizan y discuten las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de catalizadores, con énfasis en los enzimáticos, los cuáles a futuro podrían ser empleados en la transesterificación a nivel comercial para la producción de biodiesel.

Palabras claves: Aceites, catalizadores y enzimas.

ABSTRACT

Gas emissions caused by the use of fossil fuels generate the need to find renewable energy sources, for which biofuels are a valuable alternative. Currently, biodiesel production methods are often studied; however, the techniques are not efficient yet. In this study, the advantages and disadvantages of different types of catalyzers are analyzed and discussed, with an emphasis on enzymatic catalyzers which in the future could be used in trans-esterification at the commercial level, for biodiesel production.

Keywords: oils, catalyzers, enzymes.



INTRODUCCIÓN

La biomasa vegetal representa una de las mejores alternativas en la generación de combustibles como el biodiesel (Demirbas, 2007), denominado también biocombustible, el cual ha sido aceptado positivamente por varios países, particularmente porque es biodegradable, no tóxico, no emite sustancias nocivas y el dióxido de carbono generado durante la combustión es captado por las plantas mitigando hasta un 70% su impacto en el ambiente (Dufey, 2006). Investigaciones recientes, han contribuido a comprender el impacto de la actividades del hombre sobre el calentamiento global; y se espera que con la reducción de las emisiones sobre el ambiente, el futuro del cambio climático plante beneficios biológicos y sociales al integrar de manera equilibrada acciones tanto de la población como por los gestores políticos (Shove, 2009).

Producción de biodiesel

El biodiesel se produce a partir de aceites vegetales (Van Gerpen, 2005), pero también de aceites reciclados producidos por empresas alimentarias. El uso de los biocombustibles evitan la contaminación de aguas fluviales, subterráneas y marinas preservando a los organismos que en ellas habita (Strong et al., 2004). En México, recientemente, la extracción de aceites se ha realizado a partir de diferentes cultivos, tales como piñón e higuera, entre otras (Cuadro 1), que ofrecen buenos rendimientos comparados con otros cultivos empleados en

la producción de bioenergéticos a nivel mundial (Zamarripa et al., 2010).

Como puede apreciarse en el Cuadro 2, los rendimientos de aceite de los cultivos de girasol y soya son superados por los de piñón e higuera, siendo estos últimos potencialmente prometedores en la industria energética, agregando que presentan buenos rendimientos en la producción de biocombustibles (Zamarripa et al., 2010) y no compiten con los productos de consumo humano como el maíz y otras oleaginosas.

A nivel mundial, la producción de biodiesel (Figura 1) representa una necesidad, por tal motivo, algunos países están promoviendo leyes que fomentan el uso de Bioenergéticos (Flach et al., 2013).

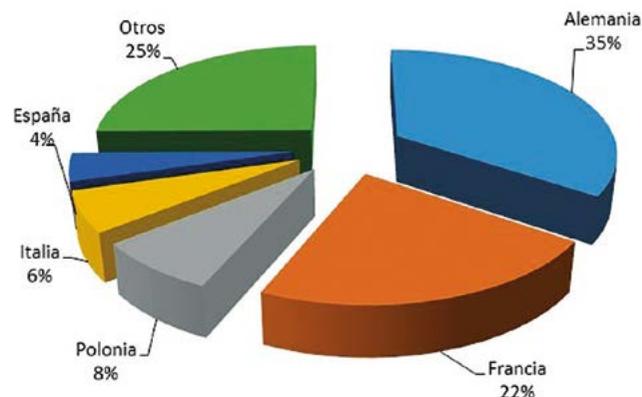


Figura 1. Países productores de biodiesel en la UE 2013 (Flach et al., 2013).

Fuente vegetal	Aceite (%)	Países productores
Piñón mexicano (<i>Jatropha curcas</i>)	20 – 60	India, Brasil, Ghana
Higuera (<i>Ricinus communis</i>)	26 – 66	India, China, Brasil, Paraguay
Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)	45 – 55	Ucrania, Argentina, China, Francia
Soya (<i>Glycine max</i>)	18 – 20	Estados Unidos, Brasil, Argentina, China, India
Canola (<i>Bassica napus</i> y <i>B. rapa</i>)	40 – 44	China, India, Alemania, Canadá, Francia
Cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i>)	35 – 45	Estados Unidos, Argentina, Australia

Fuente vegetal	Rendimiento aceite (L ha ⁻¹)	Rendimiento biocombustible (L ha ⁻¹)
Piñón mexicano (<i>Jatropha curcas</i>)	1058	1015
Higuera (<i>Ricinus communis</i>)	1211	1151
Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)	610	586
Soya (<i>Glycine max</i>)	365	350

PROCESO DE TRANSESTERIFICACIÓN

La transesterificación (Figura 2), es un proceso en el que se emplea catalizador (alcalino, ácido o enzimático) y alcohol (metanol), para producir ésteres de metilo y glicerol (Van Gerpen y Dvorak, 2002; Meher *et al.*, 2006).

Durante la reacción, se forman di y monoglicéridos de manera consecutiva mediante reacciones reversibles. Normalmente, se emplea un exceso de alcohol para permitir una mayor formación de ésteres de metilo o etilo. Cuando el éster reacciona con un alcohol, el proceso de transesterificación se conoce como alcoholólisis (Figura 3).

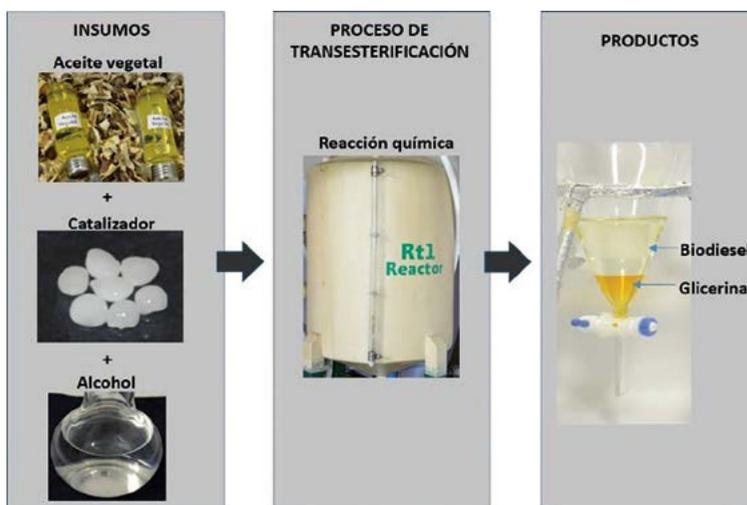


Figura 2. Diagrama de Producción de biodiesel (Fukuda *et al.*, 2001).



Figura 3. Ecuación general de una reacción de transesterificación (Meher *et al.*, 2006).

Durante la producción de biodiesel, hay que tomar en cuenta ciertas consideraciones que definen la calidad del producto; por ello, es importante elegir el catalizador, la relación molar del aceite vegetal, tipo de alcohol y temperatura de reacción (Dermibas, 1998). Derivado de esto, se han reportado varios problemas asociados al proceso de conversión de aceite a biodiesel (Di Serio *et al.*, 2007).

Catalizadores alcalinos

Los catalizadores alcalinos son los más empleados por ser económicos, reactivos en corto tiempo y de alto rendimiento (Maeda *et al.*, 2011). Normalmente se emplea NaOH e KOH con alcoholes como etanol (Vasudevan *et al.*, 2008). Sin embargo, se requiere de aceites vegetales de alta calidad, que contengan bajos niveles de ácidos grasos libres para evitar la saponificación, lo que podría dificultar la separación del biodiesel y el glicerol (Loterio *et al.*, 2004).

Catalizadores ácidos

A diferencia de los catalizadores básicos, durante la transesterificación del aceite se emplea HCl, BF₃, H₃PO₄ y principalmente H₂SO₄. Los alcoholes más empleados para la transesterificación vía ácida son el metanol, etanol, propanol, butanol y alcohol amílico (Loterio *et al.*, 2004). Los catalizadores ácidos son eficientes con mayor frecuencia en presencia de bajas cantidades de metanol y etanol, debido a que altas concentraciones pueden promover

la formación de éter, además, si durante el proceso de neutralización se agregan altas cantidades de catalizador ácido, se produce abundante CaO, aunado a altos volúmenes de agua para realizar los lavados al producto (Loterio *et al.*, 2004). Este tipo de catalizador, tiene un proceso de reacción demasiado lenta comparado con los catalizadores básicos. Sin embargo, resulta tener un mejor rendimiento, ya que a diferencia de los básicos, su actividad no se ve afectada por la presencia de ácidos grasos libres en los aceites, pero sí por la presencia de agua (Canakci y Van Gerpen, 1999). De hecho, pueden catalizar simultáneamente la esterificación y transesterificación. Por lo que, es posible producir biodiesel a partir de materia prima de baja calidad, donde el contenido de ácidos grasos libres sea alta, tal como los aceites vegetales de cocina, que presentan hasta 6% de ácidos grasos libres (Canakci y Van Gerpen, 1999).

Biocatalizadores

Los biocatalizadores empleados en la producción de biodiesel son las lipasas, las cuales hidrolizan triglicéridos y son clasificados como lipasas libres, lipasas inmovilizadas y whole-cell o cultivos celulares (Du *et al.*, 2008). Estas enzimas pueden ser usadas en medios con concentraciones bajas de agua, llevar a cabo la esterificación y transesterificación de los ácidos grasos (Jaeger y Eggert, 2002). En el Cuadro 3 se muestra una comparación de transesterificación con catalizador alcalino y transesterificación con catalizador enzimático.

Cuadro 3. Catalizadores de transesterificación alcalina y transesterificación con biocatalizadores (Fukuda *et al.*, 2001).

Factores	Transesterificación alcalina	Transesterificación por biocatálisis
Presencia de ácidos grasos libres	Formación de jabones	Conversión completa a biodiesel
Temperatura de reacción	60-80 °C	20-40 °C
Tasas de producción de biodiesel	Cercana al 100%	80-90%
Generación de agua residual	Agua salina e impurezas; requiere de tratamiento previo a la descarga	Ninguno
Alcohol: aceite	Agregar exceso de alcohol	Cantidad mínima de alcohol

Fuente de obtención de las enzimas

Las lipasas se encuentran en la mayoría de los organismos; en los animales se detectan cantidades significativas en el hígado y páncreas; mientras que en plantas, se encuentran principalmente en especies oleaginosas como la canola, cacahuete, soya y en el piñón mexicano (Moser, 2009). Actualmente se conocen especies de microorganismos capaces de producir lipasas; entre ellos, las levaduras *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.* y *Acinetobacter sp.* (Tan *et al.*, 2003; Zhang y Guan, 2009). Así mismo, se han intensificado estudios, principalmente en la transformación de lipasas, temperatura de reacción, tiempo de reacción, relación molar (aceite: alcohol), dosificación de biocatalizador y efecto de los solventes entre otros (Salis *et al.* 2005). La comparación de algunos estudios sobre producción de biodiesel con lipasas ha demostrado que son eficientes como catalizadores para mejorar la calidad y tasa de producción del biocombustible (Cuadro 4).

Producción de biodiesel por biocatálisis

Utilizar lipasas como catalizadores para la producción de biodiesel presenta ventajas; tales como, reacción moderada, menor uso de alcohol para la reacción de transesterificación, baja concentración de agua, menor cantidad de energía y fácil separación entre productos. En cierta medida, utilizar este tipo de biocatalizadores puede reducir el costo de producción del biocombustible, eficiencia de transesterificación y reducción del

número de dispositivos necesarios (Li *et al.*, 2012). En el 2005, Salis *et al.* (2005) analizaron la producción de biodiesel por biocatálisis a partir de la síntesis de trioleína con butanol, con lipasas inmovilizadas comerciales, tales como, *C. antarctica* B., *R. miehei* y *P. cepacia*, y con esta última se logró una conversión de 100% a biodiesel en un tiempo de seis horas a 40 °C, con una relación molar trioleína:butanol (6:1) y una concentración de 04-0.6% de agua.

CONCLUSIONES

Aunque el biodiesel ofrece posibilidades técnicas, todavía enfrenta diversos factores que limitan la producción y su impacto en los mercados de combustibles. Hasta el momento, ha sido un tema importante la procedencia de la materia prima, pues los aceites usualmente empleados para la producción de biodiesel, compiten con su uso en la alimentación humana, por lo que se sugiere incentivar la investigación de nuevas fuentes de materia prima. Actualmente, el costo del diesel de fuentes fósiles sigue siendo más bajo comparado con los biocombustibles, derivado en parte por la falta de una técnica con la cual la producción del biodiesel sea más rentable, ya que los diversos tipos de catalizadores ofrecen ventajas que no pueden complementarse entre sí. Sin embargo, el uso de catalizadores de tipo enzimático, ofrecen mayores ventajas, aunado a su procedencia de fuentes renovables, por lo que a futuro podrían ser una alternativa eficiente en la producción de biodiesel.

Cuadro 4. Eficiencia de transesterificación enzimática y condiciones de catálisis.

Fuente de Lipasas	Eficiencia de conversión (%)	Temperatura de reacción (°C)	Tiempo de reacción (h)	Referencia
<i>Candida antarctica</i>	90.4	30	50	Watanabe (2000)
<i>Pseudomonas sp.</i>	100	40	6	Salis <i>et al.</i> (2005)
<i>Novozym 435</i>	88	40	12	Halim y Kamaruddin (2008)
<i>Penicillium sp.</i>	92	35	7	Li <i>et al.</i> (2009)

LITERATURA CITADA

- Canakci M., VanGerpen, J. 1999. Biodiesel production via acid catalysis, Trans. ASAE 42 (5) 1203-1210.
- Demirbas A. 2007. Biodiesel Production Facilities from vegetable oils and animal fats. Department of Chemical Engineering, Energy Sources. Part A, 29:133-141. ISSN: 1556-7036.
- Du W., Li W., Sun T., Chen X., Liu D. 2008. Perspectives for biotechnological production of biodiesel and impacts. Appl Microbiol Biotechnol 79: 331-337.
- Dufey A. 2006. Producción y comercio de biocombustibles y desarrollo sustentable: los grandes temas. Documento de Discusión Número 2 de Mercados Sustentables. Instituto Internacional para el Medio Ambiente y Desarrollo (IIED), Londres.
- Flach B., Bendz K., Krautgartner R., Lieberz S. 2013. EU Biofuels Annual 2013. Global Agricultural Information Network. NL3034.
- Fukuda H., Kondo A., Noda H. 2001. Biodiesel fuel production by transesterification of oils. J. Biosci. Bioeng 92: 405-416.
- Halim S., Kamaruddin A. 2008. Catalytic studies of lipase on FAME production from waste cooking palm oil in a tert-butanol system. Process Biochem 43: 1436-1439.
- Jaeger K., Eggert T. 2002. Lipases for biotechnology. Curr. Opin. Biotechnol. 13, 390-397.
- Li N., Zong M., Wu H. 2009. Highly efficient transformation of waste oil to biodiesel by immobilized lipase from *Penicillium expansum*. Process Biochem 44: 685-688.
- Li J., Li L., Tonga J., Wang, Y., Chenb S. 2012. Research Development on Lipase-catalyzed Biodiesel. Energy procedia. 16: 104-1021.
- Lotero E., Liu Y., Lopez D., Suwannakarn K., Bruce D., Goodwin G. 2004. Synthesis of Biodiesel via Acid Catalysis. Department of Chemical engineering, Clemson University, South Carolina. 10.1021/ie049157.
- Maeda Y., Thanh T., Imamura K. 2011. New technology for the production of biodiesel fuel. Green Chemistry, vol. 13, no. 5, pp. 1124-1128.
- Meher L., Sagar D., Naik N. 2006. Technical aspects of biodiesel production by transesterification: A review. Renew Sustain Energy Rev 10(3): 248-268.
- Moser R. 2009. Biodiesel production, properties, feedstocks. In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant. 45: 229-266.
- Salis A., Pinna M., Monduzzi M., Vincenzo S. 2005. Biodiesel production from triolein and short chain alcohols through biocatalysis. Journal of Biotechnology. 119: 291-299.
- Shove E. 2009. Beyond the ABC: climate change policy and theories of social change. Department of Sociology, Lancaster University, Lancaster LA1 4YT, England. Environment and Planning A 2010, volume 42, pages 1273-1285.
- Strong C., Erickson C., Shukla D. 2004. Evaluation of biodiesel Fuel: Literature review. Western Transportation Institute. College of Engineering. Montana State University. PO Box 174250. Bozeman MT 59717-4250.
- Tan T., Zhang M., Wang B. 2003. Screening of high lipase producing *Candida* sp. and production of lipase by fermentation. Process Biochem. 39: 459-465.
- Van Gerpen J. 2005. Biodiesel processing and production. Fuel Processing Technology. 86(10): 1097-1107.
- Van Gerpen J., Dvorak B. 2002. The effect of phosphorus level on the total glycerol and reaction yield of biodiesel. Bioenergy. The 10th Biennial Bioenergy Conference, Boise, ID, Sept. 22-26.
- Watanabe Y., Shimada Y., Sugihara A., Noda H., Fukuda H., Tominaga Y. 2000. Continuous production of biodiesel fuel from vegetable oil using immobilized *Candida antarctica* lipase. Journal of the American Oil Chemists' Society. 77: 355-360.
- Zamarripa A., Solís J., López L., Riegelhaupt E., Goyti M., Ruiz P., Martínez B. 2010. Comportamiento agroindustrial y energético del piñón mexicano (*Jatropha curcas* L.) REMBIO.
- Zhang Z., Guan Y. 2009. The screening and culture condition research on lipase producing microorganisms capable of catalyzing the reaction of biodiesel production China Fats. 34: 41-45.



IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA Y MOLECULAR DE *Phytophthora capsici* EN *Cucurbita argyrosperma* Hort. ex L.H.Bailey, Y MANEJO EN INVERNADERO

MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR IDENTIFICATION OF *Phytophthora capsici* IN *Cucurbita argyrosperma* Hort. ex L.H.Bailey, AND GREENHOUSE HANDLING

Díaz-Nájera, J.F.¹; Vargas-Hernández, M.¹; Leyva-Mir, S.G.¹; Ayvar-Serna, S.²; Michel-Aceves, A.C.²; Alvarado-Gómez, O.G.,^{3*}; Ariza-Flores, Rafael⁴

¹Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Edo. de México C.P. 56230. ²Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Avenida Vicente Guerrero Núm. 81. Iguala, Guerrero. ³Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Av. Universidad s/n, Cd. Universitaria San Nicolás de los Garza, Nuevo León C.P. 66451. ⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Iguala, Gro.

***Autor responsable:** omar-alvarado@prodigy.net.mx

RESUMEN

La calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma*), es importante en la alimentación, sus semillas se consumen tostadas y aderezadas con sal, además son el ingrediente principal para elaborar platillos típicos de México y diferentes dulces tradicionales, sin embargo, algunos hongos causan severos problemas en sus frutos reduciendo rendimientos. Se realizó la identificación morfológica y molecular del oomicete involucrado en la pudrición de frutos de calabaza pipiana y se evaluaron alternativas de control químico y biológico en condiciones de invernadero. Se recolectaron frutos de calabaza pipiana (agosto-septiembre, 2011), con diferentes síntomas y niveles de pudrición, en la zona norte del estado de Guerrero, México, y después de su identificación morfológica, se extrajo el ADN del hongo para su análisis mediante PCR, utilizando oligonucleótidos que amplifican el espaciador intergénico interno (ITS). Ambas técnicas identificaron a *Phytophthora capsici* en frutos de pipiana, y los productos de amplificación por PCR se compararon con las disponibles en el GenBank. Las secuencias evidenciaron 99% de similitud con secuencias de sandía y calabaza. Los ingredientes activos para su control (propamocarb+fosetil y metalaxil+clorotalonil), ejercieron el mejor control al retrasar la presencia del patógeno en frutos de calabaza pipiana.

Palabras clave: Pudrición pipiana, ITS, secuenciación, control de enfermedades.

ABSTRACT

Cushaw pumpkin (*Cucurbita argyrosperma*) is important in the diet, its seeds are consumed toasted and salted, and they are the main ingredient to make typical Mexican dishes and various traditional sweets; however, some fungi cause severe problems in its fruits, thus reducing its yields. The morphological and molecular identification of the oomycete involved in cushaw pumpkin fruit rotting was performed, and alternatives for chemical and biological control under greenhouse conditions were evaluated. Cushaw pumpkin fruits with different symptoms and levels of rotting were collected (August-September, 2011), in the northern zone of the state of Guerrero, México, and after their morphological identification, DNA from the fungus was extracted for its PCR analysis, using oligonucleotides that amplify the internal intergenic spacer (ITS). Both techniques identified *Phytophthora capsici* in cushaw fruits, and the PCR amplification products were compared with those available at the GenBank. The sequences showed 99% of similarity with sequences from watermelon and squash. The active ingredients for its control (propamocarb+fosetyl and metalaxyl+chlorothalonil), exerted the best control by delaying the presence of the pathogen in cushaw pumpkin fruits.

Keywords: cushaw rotting, ITS, sequencing, disease control.

INTRODUCCIÓN

La familia Cucurbitaceae incluye 118 géneros y 825 especies, y México es uno de los más importantes centros de diversidad, teniendo un importante papel cultural y económico dentro de la sociedad (Lira *et al.*, 2002). La calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma*) es un cultivo importante en el estado de Guerrero, y es de principales estados productores de semilla (SIAP, 2012). Recientemente el precio de venta por tonelada de semilla ha aumentado de \$15,500 en el año 2005 a \$35,000 en 2011, lo que ha propiciado que se incremente la superficie sembrada en la entidad de 4,228 ha, a 5,742 ha (SIAP, 2012). Sin embargo, condiciones cálidas y alta humedad relativa durante el verano favorecen la presencia de enfermedades, generando problemas sanitarios durante su cultivo (Zitter *et al.*, 2004; Cohen *et al.*, 2007). Se ha observado en algunas áreas geográficas de Guerrero, donde se cultiva calabaza pipiana en suelos sin pendiente, de textura pesada y mal drenaje, incidencia de ataque de hongos tales como, *Phytophthora* spp., causando pérdidas importantes en el rendimiento e ingresos económicos. Los patógenos se controlan normalmente con fungicidas sistémicos que son compuestos capaces de penetrar la cutícula de las hojas y dispersarse en la planta; se caracterizan por sus propiedades protectoras y curativas, muy efectivos a bajas concentraciones para el control de la enfermedad durante largos periodos de tiempo (Gisi y Sierotzki, 2008), sin embargo, su uso excesivo ha provocado además de contaminación ambiental, que su eficacia disminuya y estimule la resistencia en los patógenos (Bartlett *et al.*, 2002).

Recientemente ha aumentado la tendencia del control de enfermedades de las plantas sin utilizar productos químicos de origen sintético. En los últimos 30 años, se han utilizado alternativas, tales como, el uso de microorganismos para el control biológico, partiendo de la premisa de usar enemigos naturales de una plaga o patógeno, con el fin de reducir o eliminar los efectos dañinos en las plantas o sus productos (Lim y Kim, 2010; Yang *et al.*, 2012). No obstante que los éxitos comerciales, hasta el momento, son todavía limitados y se basan principalmente en hongos de los géneros *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp., *Streptomyces* sp., *Coniothyrium* sp. y *Candida* sp., así como bacterias de los géneros *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., y *Agrobacterium* sp. (Harman *et al.*, 2010; Pliego *et al.*, 2011; Antonopoulos *et al.*, 2010; Bi *et al.*, 2012). Con base en lo anterior, se identificó morfológica y molecularmente al oomicete involucrado en

la pudrición de frutos de calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma*) y evaluar alternativas de control químico y biológico en condiciones de invernadero.

MATERIALES Y METODOS

Identificación morfológica del hongo presente en frutos de calabaza pipiana

Durante los meses de agosto y septiembre del 2011 se recolectaron frutos de calabaza pipiana (*C. argyrosperma*), con diferentes síntomas y niveles de pudrición en Campo Experimental del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (18° 19' N, 99° 39' O), a una altitud de 640 m (Martínez-Rojero *et al.*, 2011). El tamaño de muestra y tipo de muestreo se realizó bajo la metodología propuesta por Pedroza-Sandoval (2009), se utilizó un muestreo sistemático de transecto en W. Los síntomas considerados fueron manchas acuosas hundidas con un crecimiento de micelio blanco en la parte inferior y superior del fruto (Zitter *et al.*, 2004). De los frutos de calabaza con síntomas y signos de pudrición, se tomaron cinco trozos de tejido de 0.5 cm² cada uno directamente de la zona de avance de la enfermedad; se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1.5% por dos minutos; se lavaron tres veces consecutivas con agua destilada estéril; y se sembraron 100 muestras de tejido en cajas Petri con medio de cultivo jugo de verduras Agar (V8-Agar), elaborado según Singlenton *et al.* (1992). Cada colonia desarrollada se separó y purificó por cultivo monozoospórico. De las cepas puras del último re aislamiento, se hicieron preparaciones permanentes para observar al microscopio compuesto las características morfológicas del agente causal. Se midió el largo y ancho de 30 estructuras sexuales y asexuales representativas del aislamiento. La identificación morfológica se realizó siguiendo las claves de Singlenton *et al.* (1992), Wantanabe, (2002) y Gallegly y Hong (2008).

Pruebas de patogenicidad

Se utilizaron 20 frutos en etapa de cosecha del genotipo criollo Apipilulco de *C. argyrosperma*, se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1.5% por dos minutos y se lavaron con agua destilada estéril, se utilizó un fruto como unidad experimental con cuatro repeticiones en un arreglo completamente al azar. El aislamiento mencionado se transfirió a medio de cultivo V8-Agar para el incremento de inóculo. Después de 15 días de crecimiento, se prepararon suspensiones de inóculo en agua destilada estéril; se ajustó a una concentración a 4×10^6 zoosporas mL⁻¹, cada fruto se inoculó mediante aspersión

de 2.5 mL de la suspensión; como testigo se utilizaron cinco frutos, los cuales se inocularon con agua destilada estéril con el mismo procedimiento. Los 25 frutos inoculados se colocaron en charolas de poliestireno de 60×40 cm, desinfectadas con etanol al 70%. Se incubaron a 26 °C y 80% de humedad relativa; y los síntomas se registraron diariamente por ocho días. De las zonas de avance del hongo en los tejidos dañados, se tomaron 10 muestras de cada uno (0.5 cm²) y se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1.5% durante 2 min, posteriormente se lavaron tres veces consecutivas con agua destilada estéril y se sembraron en el medio de cultivo V8-Agar. Las características morfológicas de la colonia y hongo re aislado se compararon con las originalmente inoculadas, para comprobar los postulados de Koch, y de éste, purificar e incubar durante 15 días en medio de cultivo V8-Agar para la extracción de ADN.

Identificación molecular

La extracción de ADN se realizó a partir de muestras de 100 mg⁻¹ de micelio utilizando el kit DNeasy^{MR}, siguiendo el procedimiento del fabricante (Anónimo, 2012). El procedimiento fue repetido a partir de cuatro cajas Petri con el hongo. Se realizaron reacciones de PCR universal para hongos con los oligos ITS-1fu 5'-tccgtagtgtaacctgcgg-3', y ITS-4 5'-tctctccgcttattgatatgc-3' (White *et al.*, 1990); los cuales amplifican un espaciador intergénico interno (ITS) y generan un producto de talla variable entre 500 y 900 pares de bases (pb) aproximadamente. Esta práctica se realizó con una mezcla de reacción en un volumen final de 25 µL, cuyos componentes finales fueron: amortiguador de reacción 1X, MgCl₂ 2 mM, dNTP's 200 µM de cada uno, 20 pmoles de cada oligonucleótido y una unidad de *Taq* DNA polimerasa (Promega). El programa térmico consistió en mantener una temperatura a 94 °C durante 2 min, seguido de 35 ciclos a 94-55-72 °C durante 30-30-60 seg y una extensión final de 5 min a 72 °C. Los productos de las reacciones de PCR fueron separados por electroforesis en geles de agarosa a 1.5%, y los fragmentos obtenidos se observaron en un transiluminador de luz ultravioleta marca UVP y se tomaron fotografías. Los fragmentos amplificados por PCR fueron secuenciados directamente y se compararon los resultados con las secuencias disponibles en el banco de genes del Centro Nacional de Información Biotecnológica del Instituto Nacional de Salud de EE.UU.

Manejo en invernadero

Con la finalidad de comparar el efecto de diferentes ingredientes activos sobre el patógeno aislado, la presente investigación se realizó en el invernadero de Fitopatología del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo México. El material vegetal utilizado fue el genotipo AP de calabaza pipiana, utilizando solo frutos inmaduros de aproximadamente 150 g de peso.

Obtención, aplicación del inóculo y tratamientos

Del muestreo previamente realizado sobre frutos con diferentes síntomas y niveles de daño; se obtuvo un aislamiento monozoospórico, mismo que fue sembrado en medio de cultivo V8-Agar para su incremento masivo (Singleton *et al.*, 1992). De igual forma que para la prueba de patogenicidad,

después de 15 días de crecimiento, se obtuvo el inóculo a partir de cajas Petri con 20 ml de agua destilada estéril se colocaron 10 discos de medio de cultivo que contenían micelio de *P. capsici*. El material se incubó a 25 °C por tres días para la formación de esporangios y la posterior liberación de sus zoosporas, lo cual se logró después de poner las cajas Petri a 12 °C por media hora. Posteriormente, se ajustó una suspensión de zoosporas a una concentración de 4×10⁶ ml⁻¹. Se hizo primeramente la aplicación de los tratamientos (Cuadro 1), con un aspersor manual marca RL FLO MASTER con capacidad de dos litros, asperjando sobre la superficie de los frutos con un gasto de agua de 300 litro ha⁻¹ previa calibración, se dejó transcurrir cinco horas para permitir la reentrada de los productos, transcurrido ese tiempo se asperjó 2.5 ml⁻¹ de la concentración ajustada del patógeno previa calibración.

La variable evaluada fue días a la presencia del patógeno, la cual se consideró determinando en cuantos días después de aplicar los tratamientos e inoculación del patógeno, iniciaban la aparición de colonias sobre los frutos de calabaza. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por cuatro frutos, por las características del experimento se consideró a toda la unidad experimental como parcela útil. Se les realizó un análisis de varianza, prueba de comparación

Cuadro 1. Productos químicos y biológicos evaluados contra diferentes aislamientos de *P. capsici* en tres genotipos de calabaza pipiana (*C. argyrosperma*).

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis Litro ⁻¹
<i>Trichoderma</i> cepa CSAEGro	<i>Trichoderma asperellum</i>	1×10 ⁸ UFC ml ⁻¹
PHC [®] Biopak-F [®]	<i>Bacillus</i> spp., <i>Streptomyces</i> spp., <i>Trichoderma</i> spp.	3 g
PHC [®] Root Mate [®]	<i>Trichoderma virens</i> cepa G-41	3 g
Q 2000	yodo libre	5 ml
Previcur [®] Energy	propamocarb + fosetil	6 ml
Ridomil Gold [®] Bravo SC	metalaxil + clorotalonil	6 ml
Testigo	Sin aplicación	--

múltiple de medias utilizando el método Tukey con nivel de significancia al 5% y contrastes ortogonales para comparar el grupo de tratamientos químicos contra tratamientos biológicos, mediante el software Statistical Analysis System (SAS, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación morfológica

Las colonias de las cepas aisladas de los frutos inoculados mostraron un crecimiento micelial blanco algodonoso; similar al aislamiento original, este mostró espo-

rangios de 20-50×15-42.5 μm, papila 06.02 a 07.05 μm de ancho, 1.2-6 μm de profundidad. Las clamidosporas 35 μm de diámetro. Por las características de este hongo se demostró que se trató de *P. capsici* (Singleton *et al.*, 1992; Wantanabe, 2002, Gallegly y Hong, 2008). (Figura 1).

Identificación molecular

Las regiones intergénicas internas (ITS) y los genes ribosomales 18S, 5.8S y 28S amplificadas por PCR del aislamiento identificado morfológicamente como *P. capsici* tuvo 852 pb que concuerda con la talla esperada para

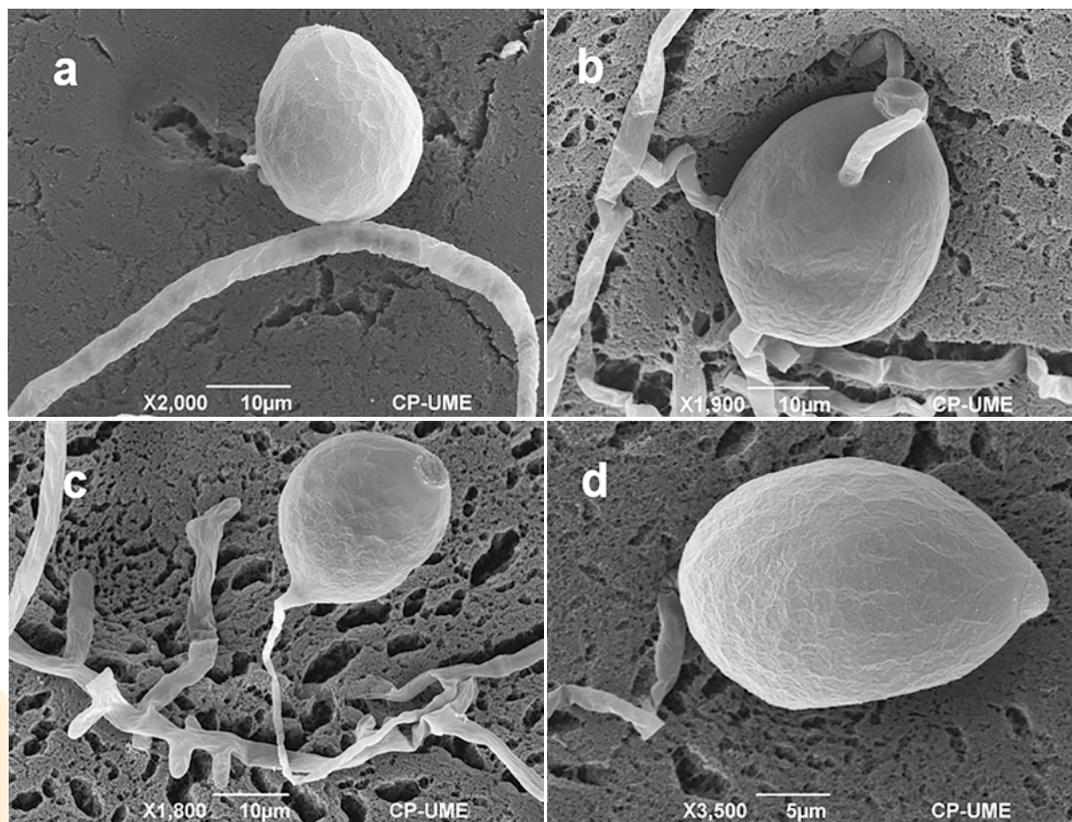


Figura 1. a: Esporangio y micelio liso, b: Esporangio papilado y micelio liso, c: Micelio toruloso y esporangio papilado y d: Esporangio papilado. Características típicas de *P. capsici*.

la especie. Las secuencias obtenida tuvieron un 99% de similitud con dos secuencias de las regiones 18S, ITS-1, 5.8S, ITS-2 y 28S de *P. capsici* aislado a partir de calabaza en Italia (accesiones AJ75486 y AJ75487), así como con secuencias aisladas de sandía en E.U. (accesiones EU162757 y EU162758).

Manejo en invernadero

Días a la presencia del patógeno

Esta característica es importante, puesto que una vez identificada la presencia del patógeno en frutos tiernos estos se dañan por completo y se pierden. Esta variable en estudio mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$); en las comparaciones de medias los ingredientes activos propamocarb+fosetil y metalaxil+clorotalonil, retardaron la aparición de *P. capsici* al día 6, el testigo se diferenció de todos los tratamientos, apareciendo el patógeno a los 2.82 días después de la inoculación (Figura 2). Al respecto Hu et al. (2007) señalan que el propamocarb y fosetylo tienen una buena acción protectora y curativa contra oomicetos, siendo esto respaldado con lo encontrado para este patógeno en la presente investigación. Por su parte Reiter et al. (1995) citan que el ingrediente activo propamocarb inhibe la formación de oosporas en *P. infestans*. Sin embargo, se reporta que el fosetilo tiene un alto grado de actividad sistémica y eficacia generalmente superior contra oomicetos, ejerciendo un buen control (Nelson et al., 2004; Gent et al., 2010). Se ha observado también que el metalaxil ha reducido el progreso de enfermedades ocasionadas por oomicetos (Aegerter et al., 2002).

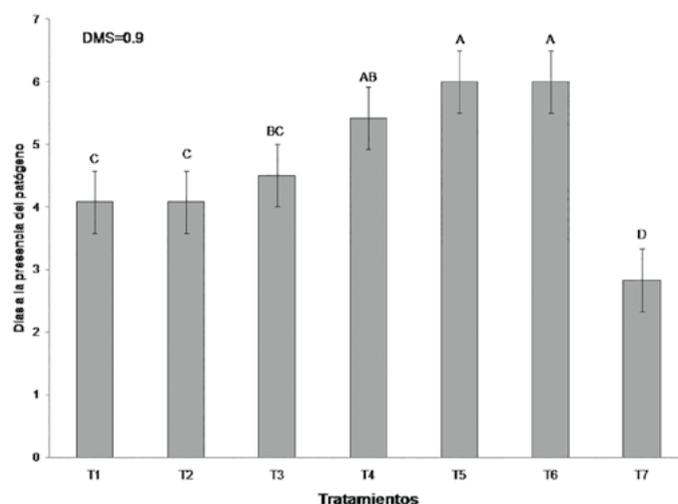


Figura 2. Días a la presencia de *P. capsici* por tratamiento. DMS: diferencia mínima significativa. T1: Trichoderma cepa CSAEGro; T2: PHC® Biopak-F®; T3: PHC®RootMate®; T4: Q 2000; T5: Previcur®Energy; T6: Ridomil Gold® Bravo SC; T7: Testigo.

La prueba de contrastes ortogonales indicó que la comparación entre productos biológicos contra los químicos resultó con diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$), el grupo de tratamientos biológicos en promedio retardó en 4.22 días la aparición de *P. capsici*, mientras que el grupo de tratamientos químicos la atrasó en promedio 5.80 días, resultando mejor estos últimos con una diferencia en la aparición del patógeno de 1.58 días (Figura 3, 4).

CONCLUSIONES

La identificación morfológica y molecular así como las pruebas de patogenicidad determinaron que el agente causal de la pudrición de frutos de calabaza pipiana fue *P. capsici*. Los ingredientes activos propamocarb+fosetil y metalaxil+clorotalonil, fueron los que registraron mejor control al retrasar la presencia del patógeno en los frutos.

LITERATURA CITADA

- Aegerter B., Davis R., Núñez J. 2002. Detection and management of downy mildew in rose rootstock. *Plant Disease* 86: 1363-1370.
- Anónimo. 2012. Qiagen: Manual del kit QIAamp® DSP DNA Blood Mini. Versión 2. Alemania.
- Antonopoulos D.F., Melton T., Mila A.L. 2010. Effects of chemical control, cultivar resistance, and structure of cultivar root system on black shank incidence of tobacco. *Plant Disease* 94: 613-620.
- Bartlett D.W., Clough J.M., Godwin J.R., Hall A.A., Hamer, M.; Parr-Dobrzanski, B. 2002. The strobilurin fungicides. *Pest Management Science* 58: 649-662.
- Bi Y., Jiang H., Hausbeck M.K., Hao J.J. 2012. Inhibitory effects of essential oils for controlling *Phytophthora capsici*. *Plant Disease* 96: 797-803.

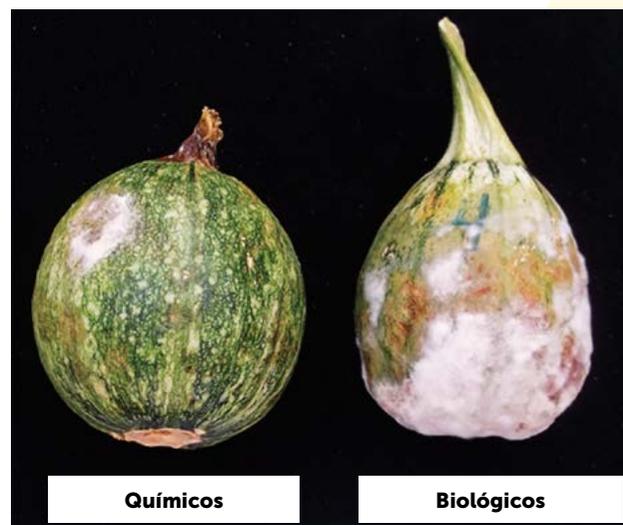


Figura 3. Comparación del efecto de fungicidas químicos y biológicos en la aparición de *P. capsici*.



Figura 4. A-B: Flor de calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma*). C: Frutos maduros sanos.

- Cohen R., Burger Y., Horev C., Koren A., Edelstein M. 2007. Introducing grafted cucurbits to modern agriculture: The Israel experience. *Plant Disease* 91: 916-923.
- Gallegly M., Hong, C (2008). *Phytophthora: Identifying Species by Morphology and DNA Fingerprints*. American Phytopathological Society (APS) Press, St. Paul, MN.
- Gent D.H., Ocamb C.M., Farnsworth J.L. 2010. Forecasting and management of hop downy mildew. *Plant Disease* 94: 425-431.
- Gisi U., Sierotzki H. 2008. Fungicide modes of action and resistance in downy mildews. *European Journal of Plant Pathology* 122: 157-167.

- Harman G.E., Obregón M.A., Samuels G.J., Lorito, M. 2010. Changing models for commercialization and implementation of biocontrol in the developing and the developed world. *Plant Disease* 94: 928-939.
- Hu J., Hong C., Stromberg E.L., Moorman G.W. 2007. Effects of propamocarb hydrochloride on mycelial growth, sporulation, and infection by *Phytophthora nicotianae* isolates from Virginia nurseries. *Plant Disease* 91:414-420.
- Lim J.H., Kim S.D. 2010. Biocontrol of Phytophthora blight of red pepper caused by *Phytophthora capsici* using *Bacillus subtilis* AH18 and *B. licheniformis* K11 formulations. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry* 53: 766-773.
- Lira R., Villaseñor J.L., Ortiz E. 2002. A proposal for the conservation of the family Cucurbitaceae in Mexico. *Biodiversity and Conservation* 11: 1699-1720.
- Martínez-Rojero R.D., Reyna-Santamaria L., Torres-Hernández G.; Mastache-Lagunas A.A., Michel-Aceves A.C. 2011. Evaluación de la fertilidad y prolificidad en ciclos reproductivos de ocho meses durante tres estaciones en ovejas pelibuey en el trópico seco mexicano. *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias* 21: 383-387.
- Nelson M.E., Eastwell K.C., Grove G.G., Barbour J.D., Ocamb C.M., Alldredge J.R. 2004. Sensitivity of *Pseudoperonospora humuli* (the causal agent of hop downy mildew) from Washington, Idaho, and Oregon to fosetyl-Al (Aliette).
- Pedroza-Sandoval A. 2009. Monitoreo y escalas visuales en la evaluación de las enfermedades. *In: Tópicos Selectos de Estadística Aplicados a la Fitosanidad*. Bautista M., N.; Soto R., L.; Pérez P., R. (eds.). Colegio de Postgraduados. IPN CIIDIR-Oaxaca. Montecillo, Texcoco Edo. de México. 256 p.
- Pliego C., Ramos C., Vicente A., Cazorra F.M. 2011. Screening for candidate bacterial biocontrol agents against soilborne fungal plant pathogens. *Plant and Soil* 340: 505-520.
- Reiter B., Wenz M., Buschhaus H., Buchenauer H. 1995. Zűr Wirkung von propamocarb-hydrochlorid auf *Phytophthora infestans* in vitro und an kartoffeln und tomaten. *Gesunde Pflanzen* 47: 43-50.
- SAS. 2009. SAS. Institute Inc. SASuser's guide: Statistics. Release 6.03. Ed. SAS Institute incorporation, Cary, N.C. USA. 1028p.
- SIAP. 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Singlenton L.L., Mihail J.D., Rush C.M. 1992. *Methods for Research on Soil Borne Phytopathogenic Fungi*. APS Press. St. Paul, Minnesota, USA. 264 p.
- Wantanabe T. 2002. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. Morphologies of cultures fungi and key to species*. Second ed. CRC Press. New York Washington, D.C. 500 p.
- White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenies. *In: M.A. Inns, D.H. Gelfland, J.J. Sninsky, and T.J. White (eds). PCR Protocols*. Pp. 315-322. Academic Press. San Diego, CA.
- Yang M.M., Xu L.P., Xue Q.Y., Yang J.H., Xu Q., Liu H.X., Guo J.H. 2012. Screening potential bacterial biocontrol agents towards *Phytophthora capsici* in pepper. *European Journal of Plant Pathology* 134: 811-820.
- Zitter T.A., Hopkins D.L., Thomas C.E. 2004. *Plagas y Enfermedades de las Cucurbitaceas*. The American Phytopathological Society. Ediciones Mundi Prensa. 88 p.

LA AVICULTURA DE TRASPATIO EN MÉXICO: Historia y caracterización

BACKYARD POULTRY FARMING IN MEXICO: History and characterization

Cuca-García J.M.¹, Gutiérrez-Arenas D.A.¹, López-Pérez E.²

¹Programa en Ganadería, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco Estado de México. ²Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo..

Autor de correspondencia: jmcuca@colpos.mx

RESUMEN

La avicultura de traspatio es una actividad de importancia en las zonas rurales de México, ya que se realiza en los patios de los hogares con el aprovechamiento de aves como gallinas criollas (*Gallus gallus* L.) y guajolotes (*Meleagris gallopavo* L.) principalmente; sin embargo, se conoce muy poco sobre este sistema de producción debido a la falta de registros relacionados con los indicadores productivos ya que se tipifica como actividad de apoyo a la economía familiar y llevada a cabo principalmente por amas de casa, niños y personas de la tercera edad. La presente revisión tiene como finalidad conocer la historia y breve caracterización del sistema de producción avícola de traspatio en México, la cual puede dar aportes importantes a la seguridad alimentaria por la obtención de productos de bajo costo y alta calidad nutrimental, además de servir como modelo en el desarrollo de nuevas técnicas de producción avícola orgánica.

Palabras clave: Avicultura de solar, gallinas criollas, guajolotes nativos, desarrollo rural.

ABSTRACT

Backyard poultry farming is an important activity in rural zones of Mexico, since it is performed in household backyards with the use of birds such as Creole chicken (*Gallus gallus* L.) and turkeys (*Meleagris gallopavo* L.), mostly; however, very little is known about this production system because of the lack of registries related with productive indicators, since it is classified as an activity for support of the family economy that is carried out primarily by housewives, children and elderly people. This review has the purpose of understanding the history and brief characterization of the backyard poultry production system in Mexico, which could contribute importantly to food security as a result of obtaining products of low cost and high nutritional quality, in addition to serving as a model in the development of new organic poultry production techniques.

Keywords: backyard poultry, Creole chickens, native turkeys, rural development.



INTRODUCCIÓN

El traspatio conocido como aquel espacio productivo y diverso con que cuentan algunas familias de zonas rurales y áreas periurbanas, es de gran importancia para la seguridad alimentaria, la organización y economía familiar de quienes trabajan en él (López *et al.* 2012). En éste espacio convergen tanto actividades agrícolas como pecuarias con la finalidad de proveer alimentos básicos tales como: carne, huevo, verduras, miel, entre otros a las familias principalmente de tipo rural e indígena. En México se conoce muy poco de la avicultura de traspatio, porque su importancia relativa en los indicadores productivos es difícil de cuantificar y solamente está caracterizada como una actividad de apoyo en la economía familiar, que ocupa la fuerza de trabajo de las amas de casa y los niños (Hernández-Pérez y Jaimes-Piñón, 2003). Sin embargo, de acuerdo con Lastra *et al.* (1998) este sistema de producción llega a representar hasta el 10% de la producción avícola nacional. Entre los factores que han limitado a la ganadería de traspatio están los modernos sistemas de producción, la introducción de material genético exótico (Medrano, 2000), la demanda cambiante de los mercados (Anónimo, 1998), la poca o nula aplicación de la tecnología y control sanitario (Lastra *et al.*, 1998) y la falta de vinculación de las universidades hacia los productores (López, 2013).

El interés por conocer y conservar el estado actual de las diferentes razas de animales domésticos de traspatio, radica en su potencial económico, científico y cultural (Camacho-Escobar *et al.*, 2006). Desde el punto de vista económico, son posibles proveedores de genes seleccionados a condiciones poco favorables de producción, desde la perspectiva científica permitirán conocer los mecanismos biológicos específicos de adaptación al medio y el enfoque cultural debido a que muchas especies avícolas juegan un papel importante en las costumbres de la población (Henson, 1992). Se considera que la gallina fue el primer animal europeo en pisar el continente americano, dado que Cristóbal Colón embarcó gallinas en su segundo viaje porque ocupaban poco espacio, su alimentación no era complicada y además producían huevos para alimento de los tripulantes (Azcoytia, 2009). Sin embargo, a la llegada de los españoles a América quienes trajeron consigo caballos, asnos, vacunos, cerdos, cabras, ovejas y gallinas (Beltrán, 1982), encontraron que en el territorio actual de México ya se había desarrollado una avicultura incipiente, debido a la domesticación del guajolote (*Meleagris gallopavo* Linn) por las

civilizaciones mesoamericanas (Camacho-Escobar *et al.*, 2011) quienes adoptaron rápidamente la crianza de las gallinas y las incorporaron a su tradicional forma de criar a los guajolotes (Vásquez, 1994).

Guajolotes (*Meleagris gallopavo*)

Al arribar los españoles a las costas del golfo de México, encontraron al guajolote como ave doméstica, y le dieron el nombre de gallina de la tierra o de papada, por lo que se cree que ya para entonces existía una avicultura incipiente representada por la cría de guajolotes quienes eran llamados por los habitantes de los pueblos de la Anáhuac como huexolotl o totol, que significa "monstruo grande" o "gigante". En la actualidad también se le conoce con otros nombres como: pípilos, huilos, cócono, bimbo, cóbori, cune, totol, guanajo, güecho, torque, tunto (Kiddle, 1941; Hernández-Sánchez, 2006). Se le considera un ejemplar típicamente mexicano dado que los primeros guajolotes que viajaron a Europa en el siglo XIV, salieron de la Nueva España a España y de ahí se distribuyó a algunos países de Europa entre ellos Inglaterra. Posteriormente los ingleses lo llevaron a lo que es ahora Estados Unidos y de ahí fue traído a México como especie mejorada a la cual se le conoce en la actualidad como pavo (Oteiza, 1997). En el siglo XIX se continuó la cría del guajolote principalmente en las zonas rurales, con una disminución considerable en el número de animales durante la revolución, recuperándose posteriormente y llevada a cabo en la actualidad como una actividad pecuaria importante en el traspatio (López, 2012). Existen actualmente en México dos especies: el *Meleagris gallopavo* que dio origen al guajolote doméstico y el *Agriochiaris ocellata* que se encuentra en el sureste de México. De acuerdo con Financiera Rural (2010) la producción de pavos se desarrolla en todo el territorio mexicano mediante tres sistemas productivos: el tecnificado (principalmente en Chihuahua, Sonora y Yucatán, que representan 50% de la producción nacional), semitecnificado (Estado de México, Puebla, Michoacán, Tlaxcala, Tabasco y Yucatán, equivalente al 10% nacional) y el de traspatio (en todo el país, con una producción de 40%). En México, el consumo de carne de guajolote es muy bajo, ya que por lo general, éste se limita a la época navideña y de fin de año (pavo doble pechuga), festividades familiares, religiosas (guajolote nativo). En algunas regiones del país (centro sur y sureste) se tiene un alto consumo de ésta carne por ser considerado un ingrediente de platillos tradicionales; en la actualidad la Unión Nacional de Avicultores (2012) reporta un consumo *per cápita* estimado de 1.5 kg de pavo. La explotación de

guajolote en traspatio se realiza en pequeños lotes que van de 2 a 50 animales, aunque hay excepciones y raramente algunos productores llegan a tener hasta 100 aves con diversas tonalidades de color que van desde negras u oceladas, blancas, cafés y grises con sus variantes y con alta resistencia a enfermedades en climas adversos cuando ya han llegado a una edad adulta (Figura 1). Para abastecerse de guajolotes en los traspatios, es muy común comprar animales en la misma comunidad o por intercambio con los vecinos o familiares, sin embargo, también se ha encontrado que se adquieren con algunos paquetes familiares ofrecidos por los programas de apoyo gubernamentales o la compra a pequeños distribuidores, lo cual afecta la genética de los animales, se cree que esta práctica afecta la variabilidad genética de las poblaciones nativas ya que los ani-

males ofrecidos por el gobierno o veterinarias son por lo general animales genéticamente mejorados aunque quizá no de primera calidad.

Los guajolotes al nacer pesan entre 50 a 60 g y alcanzan un peso de 7 a 10 kg al sacrificio, que es generalmente a los 12 meses de edad o aun a veces a los 24 meses en las áreas rurales. La madurez en machos se alcanza a los 300 días y las hembras a los 225 (Cuca *et al.*, 2011). Las hembras empiezan a poner de los 6 a 9 meses de edad de 35 a 40 huevos en nidadas de 15 a 20 huevos durante el primer año y 25 a 30 en el segundo. Las épocas de postura son primavera y otoño. El peso del huevo oscila de 70 a 106 g y generalmente se recoge para ponerlo a las pavas cluecas, la incubación dura 28 días (Figura 2). Es conveniente guardar el huevo lo más limpio posible durante siete días ya que des-

pues de ocho disminuye la nacencia (Cuca *et al.*, 2011). Aun cuando en la meleagricultura de traspatio se carece de tecnología, para la incubación es necesario proporcionar a la hembra clueca, un nido apropiado en espacio y profundidad para que pueda voltear los huevos y cambiar de posición.

Gallinas (*Gallus gallus*)

En México no existían las gallinas y no hay información que indique la fecha de introducción de estas al país aun cuando debió ser entre 1521 a 1525. Existe poca información relacionada con la avicultura durante la colonia, pero se sabe que se extendió por toda la Nueva España, debido a que algunos virreyes ordenaban que cada indígena debería de criar en su solar cuando menos 12 gallinas de castilla (así llamaban a las gallinas) y la mitad de gallinas de tierra (nombre dado a los guajolotes), parte de estas servían para pagar el tributo a los conquistadores (Oteiza, 1997). Este mismo autor menciona que la avicultura satisfizo la demanda en la época colonial, durante la lucha por la independencia se redujo la producción de huevo y carne de gallina, posteriormente debió aumentar, nuevamente en los años que duró la revolución disminuyó para volver a incrementarse hasta llegar a lo que se tiene actualmente en el traspatio. Es importante mencionar que las epizootias eran frecuentes y virulentas, pero a través de los siglos y a pesar de la mortandad, las gallinas introducidas por los españoles han logrado sobrevivir, actualmente las gallinas criollas de los campesinos se han cruzado sucesivamente con pollos provenientes de los sistemas comerciales, que aunado a la introducción de paquetes de aves "mejoradas"



Figura 1. Diversas tonalidades de color de guajolotes (*Meleagris gallopavo*) de traspatio (Fotografías cortesía de Diego Zarate Contreras).



Figura 2. Incubación de huevos de guajolota.

como la Rhode Island y New Hampshire han deteriorado progresivamente su potencial genético para producir en campo abierto o pastoreo volviéndose cada vez más dependientes de insumos externos los cuales son costosos como el alimento balanceado y vacunas; se considera que esto es un error ya que las gallinas criollas han resistido enfermedades y pueden proporcionar a la investigación aves con una gran variabilidad genética útil para obtener animales resistentes. La población de gallinas criollas en México deriva de varios fenotipos entre los que se pueden señalar las gallinas avadas o empedradas, cuello pelón, amarillas, negras, coloreadas y otras menos comunes como las de plu-

mas encrespadas (chinas), copetonas, barbadas o quizá las de plumas en la patas, traídas por la NAO de china del oriente (Figura 3). Cabe mencionar que las estirpes mejoradas han sustituido en parte a las gallinas criollas debido a su mayor producción, lo que afecta la variabilidad genética y supervivencia de éstas. La utilización de estirpes comerciales de aves debe realizarse con cautela ya que a pesar de tener una mayor productividad, estos animales tienen en la mayoría de los casos una base genética muy estrecha (Jerez *et al.*, 1994) y son muy susceptibles a las enfermedades. Por el contrario, los animales locales están adaptados a cada región donde se crían, son resistentes a enfermedades y su variabilidad genética es amplia.

Bajo condiciones de traspatio, el tamaño del gallinero está en función de la cantidad de aves que se pueden criar y de la disponibilidad de terreno de la vivienda (Figura 4). Un gallinero con una superficie de 7 m² es suficiente para criar 20 gallinas.

El gallinero generalmente está hecho de varas, barrotes, tablas y láminas; su tamaño depende de las posibilidades económicas, de la atención y necesidades de la familia (Cuca *et al.*, 2011). El peso de los pollitos al nacimiento varía de 25-35 g, y en estado adulto de 1 a 2.5 kg, aunque algunos gallos llegan a pesar hasta 3 kg. La madurez sexual en machos se alcanza entre las 16 y 20 semanas de edad, aunque lo ideal es utilizarlos después de 20 a 24 semanas. En general, las hembras en el traspatio se utili-



Figura 3. Algunos fenotipos de gallinas criollas (*Gallus gallus*) en México (Fotografías cortesía de Diego Zarate Contreras).



Figura 4. Gallinero rústico en un traspatio del ejido Adolfo Ruiz Cortines en el estado de Campeche, México.

zan como animales de doble propósito, es decir tanto para producción de huevo como de carne y en éstas la madurez sexual se alcanza a las 20 semanas, aunque aseveraciones de productores de traspatio señalan que estas aves rompen postura a los seis meses de edad (Cuca *et al.*, 2011) y la cantidad de huevo varía dependiendo del número de periodos de postura de cada hembra.

Las gallinas criollas ovopositan de 3-4 periodos cortos en el año y esto depende de la edad que dejen a su progenie; por ejemplo, en los casos en que las hembras permanecen con sus crías dos meses, sólo se tienen tres periodos de postura de aproximadamente un mes cada uno y en cada periodo se ovopositan de 12-15 huevos (Cuca *et al.*, 2011). La temporada de postura ocurre principalmente en primavera y otoño aunque algunas hembras pueden extender el periodo de postura hasta el invierno. Existen diferencias en producción de huevo dentro de los grupos fenotípicos de acuerdo a la estación del año, por ejemplo estudios realizados en el Instituto Agropecuario de Oaxaca (ITAO) en el mismo estado, se ha observado que

las gallinas avadas producen mayor número de huevos seguidas de las amarillas, pelonas y negras durante la primavera y en invierno, las gallinas amarillas son las que tienen la mayor producción (Herrera, 1994 y Jerez, 1999).

Los huevos de las gallinas criollas son más pequeños y menos pesados que los de gallinas mejoradas, con un peso que oscila entre 20-60 g. Sin embargo, el peso promedio encontrado en huevos recolectados en algunas localidades del Estado de México, Morelos y Tlaxcala es de 50 g. En condiciones de traspatio la mayoría de los productores dejan a la gallina incubar todos los huevos que ovopositó (12-15), sin tomar en cuenta el peso y forma del huevo, aunque lo ideal sería seleccionar los huevos más limpios, sin rupturas y homogéneos en tamaño para tener parvadas más uniformes (Cuca *et al.*, 2011). El tamaño del huevo está determinado por varios genes y en el caso de gallinas criollas, éste varía de acuerdo al fenotipo del ave. Datos obtenidos por Jerez (1999) en el Instituto Tecnológico Agropecuario

de Oaxaca (ITAO), indican que las gallinas negras, ponen huevos más pequeños en comparación con los ovopositados por las de otro fenotipo. Es importante mencionar que tanto machos como hembras hereden características relacionadas al tamaño del huevo, así, lo conveniente sería seleccionar padres de los cuales se obtengan huevos con tamaños, pesos y conformaciones adecuadas (Jerez *et al.*, 1994). Existen datos de huevos de gallinas criollas colectados en Tlaxcala, Estado de México y Morelos los cuales tuvieron un tamaño promedio de 5.7 cm de largo y 4.0 cm de ancho (López, comunicación personal).

Para cada uno de los fenotipos se presenta un color específico del cascarón de los huevos producidos, observándose que las gallinas avadas y rojas producen huevos



de color rojo, las negras y amarillas de color amarillo y las de cuello pelón ponen de color rojo o blanquecino, aunque algunas gallinas llegan a poner huevos con cascarn verde. La cloquez es la tendencia de las hembras a incubar sus huevos (12-15), en las gallinas, este periodo dura 21 días (Figura 5). Aunque la cloquez termina al nacer los pollitos, la hembra se dedica por entero al cuidado de ellos al menos por un mes, lo que trae como consecuencia una reducción en la producción de huevo. También se ha observado pérdida de peso de estas aves durante la incubación, debido a una disminución en el tiempo que dedican a comer alimento y dedicándose por completo a incubar.

La alimentación de las aves de traspatio consiste en lo que las aves pueden recoger como hojas, hierbas tiernas, forrajes, insectos, sobrantes de comida, frutas y tortilla los cuales deben ser del día para evitar enfermedades de tipo digestivo. También se proporcionan granos como maíz, trigo, sorgo o arroz los cuales utilizan estas familias para su consumo. Se ha observado que existen



Figura 5. Cloquez o anidamiento de las gallinas criollas (*Gallus gallus*).

casos donde los animales están en encierro y se les proporciona alfalfa (*Medicago sativa*), acahual (*Bidens odorata*) o la hierba de tototl ya sea en el suelo o colgadas. El cuidado de las aves se lleva a cabo principalmente a cargo de las mujeres, ancianos y niños (Figura 6).



Figura 6. Alimentación de gallinas (*Gallus gallus*) en el traspatio.

Aunque en condiciones de traspatio se tiene poco o nulo manejo sanitario, es conveniente prevenir enfermedades, por lo que es importante desinfectar el corral en su totalidad (piso, paredes, techos y equipo utilizado en la alimentación de los animales). La desinfección de paredes y pisos se puede hacer con calhdra y el equipo con productos sanitizadores como el cloro. Es necesario barrer el corral, recoger los desperdicios que dejan los pollos y gallinaza de manera constante. Las principales enfermedades detectadas en el medio rural son Newcastle, Viruela y Cólera aviar, respiratorias y gastrointestinales entre otras principales. Los parásitos frecuentes en la producción de aves son de dos tipos: los internos tales como, nematodos (lombrices redondas) y externos como piojos y corucos. Para el caso de los internos, es necesario desparasitar a los animales al menos dos veces

al año y en el caso de los externos, se recomienda la limpieza del gallinero cada mes con calhídra o en su defecto aplicar aceite quemado en las uniones de las perchas y paredes del gallinero (Cuca *et al.*, 2011). En 1958 durante el congreso mundial de avicultura celebrado en México (Cuca y Gibson, 1962), se presentó un trabajo relacionado con los parásitos externos que presentaban las gallinas criollas de diferentes áreas rurales del país y se encontraron co-rucos de las perchas (*Dermanyssus gallinae*), los que viven en las aves (*Ornithonyssus sylviarum*), diferentes tipos de piojos de la familia Mallophaga, chinches (*Argas persicus*) y pulgas (*Echidnophaga gallinacea*). También se han encontrado ácaros que producen la sarna como *Knemidocoptes mutans*. Desafortunadamente, no se llevan registros en la producción avícola de traspatio, lo que hace que no se tenga información fidedigna sobre las enfermedades, épocas en que se presentan, número de huevo, tamaño, costos de producción, etcétera, ya que la producción no está orientada hacia la eficiencia productiva, sino al mantenimiento de las aves para cuando son requeridas.

CONCLUSIONES

La avicultura de traspatio en México, posee conocimientos con mucha antigüedad, los cuales pueden dar aportes importantes a la avicultura moderna, principalmente en el campo de la genética; así como ser un modelo para el desarrollo de modernas técnicas de producción avícola orgánica

LITERATURA CITADA

- Anónimo. 1998. Segundo documento de líneas directrices para la elaboración de planes nacionales de gestión de los recursos genéticos de animales de granja. Gestión de pequeñas poblaciones en peligro. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 28-43.
- Azcoytia C. 2009. Historia de la gallina, el gallo, el pollo, el huevo y su integración en la alimentación humana. Consulta: 18 de Octubre de 2013 en: <http://www.historiacocina.com/historia/articulos/gallina.htm>
- Beltrán E. 1982. Dos culturas y dos faunas. Actas II Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias. 1: 21-32.
- Camacho-Escobar M.A., Lira-Torres I., Ramírez-Cancino L., López-Pozos R., Arcos-García J.L. 2006. La avicultura de traspatio en la costa de Oaxaca México 28: 3-11
- Camacho-Escobar M.A., Rodríguez-de la Torre M., García-López J.C., Arroyo-Ledezma J., Sánchez-Bernal E.I. 2011. Historia del guajolote (*Meleagris gallopavo*) a la mexicana. Memorias de la XXXVI Convención Anual de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas. 70-79.
- Cuca G.M., Gibson W.W. 1962. Parásitos externos en las aves domésticas, encontrados en un reconocimiento en México. Avicultura Moderna, Mem. XI Congreso Mundial de Avicultura. La Prensa Médica Mexicana. p 511.
- Cuca G.M., Valdés N.V.M., Gómez, V.G., López P.E. 2011. Producción y Manejo de Aves Domésticas. Universidad Autónoma Chapingo. 237 pp.
- Financiera Rural. 2010. Monografía del guajolote o Pavo. [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/MonografiaGuajolote\(dic%2010\)vf.pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/MonografiaGuajolote(dic%2010)vf.pdf). Consulta: 16 de octubre de 2013.
- Henson E.L. 1992. In situ conservation of livestock and poultry. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 112 pp.
- Hernández-Pérez J.O., Jaimes-Piñón P.X. 2003. La participación de las mujeres en el manejo integral del traspatio. Gobierno del estado de Chiapas. Instituto de la Mujer. Chiapas. 50 pp.
- Hernández-Sánchez V. 2006. Evaluación de los factores socioculturales, económicos y productivos de la crianza del guajolote doméstico en la región costa de Oaxaca. Universidad Autónoma Metropolitana. Xochimilco.
- Herrera H. J.G. 1994. Importancia de la Ganadería de Traspatio en Oaxaca. In: La gallina Criolla en los Valles Centrales de Oaxaca. Jerez S.M.P., Herrera H.J., Vásquez D.M.A. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Reportes de Investigación 1. CIGA 1. Oaxaca, Oaxaca. Pp 5-7.
- Jerez S.M.P. 1999. Huevos y pollos criollos. Una tradición alimentaria adecuada. Primera edición. Sociedad y Naturaleza en Oaxaca 4. México. 71 pp.
- Jerez S.M.P., Herrera H.J., Vásquez D.M.A. 1994. La gallina Criolla en los Valles Centrales de Oaxaca. ITAO. 89 pp.
- Kiddle L.B. 1941. Los nombres del pavo en el dialecto Nuevomejicano. Hispania. (24): 213-216.
- Lastra I.J., Muciño L., Villamar L., Barrera M.A., Guzmán H., Flores J.L., Maldonado C., Gómez M. 1998. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de pollo en México 1990-1997. Secretaría de agricultura, ganadería y desarrollo social. México. 47 pp.
- López P.E. 2013. Modelo de proyectos productivos y negocios familiares con aves de traspatio en zonas de alta marginación. Segundo Simposium Internacional sobre avicultura de Traspatio. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz.
- López P.E., Pro M.A., Cuca G.J.M., Pérez H.P. 2012. Situación actual y perspectivas de la ganadería de Traspatio en México y la Seguridad alimentaria. III Foro Internacional de Ganadería de Traspatio y Seguridad Alimentaria. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz.
- Medrano J.A. 2000. Recursos animales locales del centro de México. Archivos Zootécnicos 49: 385-390.
- Oteiza F.J. 1997. Apuntes para la Historia de la Avicultura en México. Subsecretaría de Agricultura y Ganadería. SAGAR.
- Unión Nacional de Avicultores (UNA). 2012. Compendio de indicadores económicos sector avícola.
- Vásquez D.M.A. 1994. La cría de gallinas en Oaxaca en el siglo XVI. En: La gallina criolla en los Valles Centrales de Oaxaca. Reportes de Investigación 1. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca No. 23. Nazareno Xocotlán, Oaxaca. Pp 23-32.

CAPTACIÓN DE ESCURRIMIENTO PLUVIAL PARA USO AGROPECUARIO Y ACUÍCOLA EN ÁREAS DE TEMPORAL: Un caso de éxito

RAIN RUNOFF CATCHMENT FOR AGRICULTURAL, LIVESTOCK AND AQUACULTURE USE IN RAINFED AREAS: A successful case

Olguín-Palacios, C.^{1*}; Domínguez-Lagunes, I.¹; Domínguez-Lagunes, M.¹

¹Colegio de Postgraduados *Campus Veracruz*. Km 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz. Predio Tepetates. Mpio. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México.

***Autor Responsable:** olguin@colpos.mx

RESUMEN

En el centro del estado de Veracruz, México, la marcada estacionalidad de las lluvias determina que de los 900 mm anuales, el 95% ocurra entre junio-septiembre, y 5% de octubre-mayo. Diferentes diagnósticos regionales indican que de los problemas que más le interesa resolver a la población rural son contar con agua para autoconsumo y para el ganado, además de mejorar la producción de maíz y frijol. Bajo la hipótesis de que es posible consolidar proyectos piloto, donde técnicos, productores y autoridades participen coordinadamente para generar innovación para problemas locales, se planteó generar evidencias de acciones no asistencialistas de construcción masiva de pequeños vasos receptores de las corrientes intermitentes de lluvia, con el fin de no afectar obras hidráulicas de almacenamiento o derivadoras existentes con el fin de revertir el desabasto de riego utilizando tecnologías limpias no contaminantes. A través de la investigación-acción y enfoque participativo, se consolidaron grupos de productores para el manejo sustentable del suelo y agua, rehabilitado una represa, así como, diseñado y operado una obra de toma flotante (sifón tecnificado). Los productores aprendieron a determinar el momento y tiempo de riego por goteo con tensiómetros, así como, a mantener las presiones adecuadas para la operación correcta del sistema. En el 2012 se ferti-irrigaron 1.5 ha (tres ciclos por año) con un rendimiento equivalente de 5 ton ha⁻¹ por ciclo y una parcela con frijol en 0.4 ha que produjo un equivalente a 1.8 ton ha⁻¹, con relación beneficio costo de 3:1. Durante cada año vendieron el maíz tanto en elote como en grano. En 2012-2013 la misma parcela de frijol rindió 2.4 ton ha⁻¹ y en 2014, una parcela de 540 m² produjo el equivalente a 3.3 ton ha⁻¹. Desde el 2013 se imparte capacitación en el sistema intensivo de producción de hidroponía orgánica con sub-riego automático, sin el uso de bombas o contadores de tiempo (timers). Adicionalmente se sembraron 4000 mojarra tilapia en la represa, y actualmente están en operación 3 ha y 4 bebederos automáticos para el ganado.

Palabras clave: Agua, temporal, Veracruz central, fertiriego.

ABSTRACT

In the center of the state of Veracruz, México, the marked seasonality of rainfall determines that out of the 900 mm annually, 95 % takes place between June-September, and 5 % in October-May. Different regional diagnoses indicate that having water for auto-consumption and livestock, in addition to improving maize and bean production, are among the problems that the rural population is most interested in solving. With the hypothesis that it is possible to consolidate pilot projects, where technicians, producers and authorities can participate in coordination to generate innovation for local problem-solution, it was suggested to generate evidences of non-assistencialism actions for the massive construction of small receiving vessels for intermittent rain currents, with the goal of not affecting hydraulic storage or diverting works present and with the aim of reverting the lack of irrigation supply by using clean, non-contaminant, technologies. Through research-action and the participative approach, groups of producers were consolidated for the sustainable management of soil and water, rehabilitating a dam, and also designing and operating works for a floating outlet (mechanized siphon). The producers learned how to determine the moment and time for drip irrigation with tensiometers, as well as maintain the adequate pressures for the correct operation of the system. In 2012, 1.5 ha (three cycles per year) were fertigated with a yield of 5 ton ha⁻¹ per cycle and a bean plot in 0.4 ha that produced 1.8 ton ha⁻¹, with benefit-cost relation of 3:1. During each year maize was sold both on the cob and in grain. In 2012-2013, the same bean plot yielded 2.4 ton ha⁻¹ and in 2014, a 540 m² plot produced 3.3 ton ha⁻¹. Since 2013, training is offered in the intensive production system of organic hydroponics with automatic sub-irrigation, without the use of pumps or timers. Additionally, 4000 tilapia were bred in the dam and currently 3 ha and 4 drinking troughs are in operation for the livestock.

Keywords: water, rainfed, central Veracruz, fertigation.



INTRODUCCIÓN

La presión actual sobre los recursos hídricos conlleva muchos problemas, pero también impulsa a buscar oportunidades y cambios de estrategia. En este trabajo, se muestran evidencias de la captación de agua de lluvia específicamente en el territorio denominado: **colinas del oeste, sub región fisiográfica de la Región de Sotavento, Veracruz Centro**. En ella existe la problemática de sequía y siniestralidad recurrentes ocasionada por causas naturales, tales como, condiciones edafoclimáticas y también antropogénicas. Existen en esos territorios pocos sitios donde hacer más proyectos de captación de escurrimientos en grandes vasos, o derivación desde ríos para continuar regando por gravedad (riego rodado no presurizado). La perforación de pozos profundos, es costosa e intensifica el balance deficitario de la recarga de los acuíferos. La tala inmoderada de los bosques (ligada a lo anterior) y otros factores han provocado en general mayor deterioro de los recursos naturales, tales como, vegetación, agua, suelo y fauna. Los rendimientos de los cultivos de temporal han disminuido y con todo ello se ha provocado emigración de la población joven hacia las grandes ciudades y el extranjero.

En el plano internacional, ya en 1997, con el auspicio del Banco Mundial, de la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN) y la participación de representantes de distintos gobiernos, el sector privado, instituciones financieras internacionales, organizaciones de la sociedad civil y personas afectadas, se constituyó la Comisión Mundial de Represas (2000), definiendo como un referente prioritario (entre otros) lo siguiente: *“Existen un número de opciones relativas al suministro de agua y energía que son adecuadas localmente y desde el punto de vista ambiental; viables económicamente y aceptables para el público, incluido el reciclaje, el almacenamiento del agua de la lluvia y la utilización de fuentes alternativas de energía”*

Resultaría entonces imposible, seguir únicamente observando que durante la temporada de lluvias millones de metros cúbicos de agua escurran por cauces intermitentes hacia el mar, dejando tras de sí erosión de los suelos con el consecuente azolvamiento de los cauces permanentes e inundaciones cada vez más frecuentes en las cuencas bajas. Tales volúmenes en su mayoría no son utilizados para revertir el proceso de desertificación de las cuencas o sub-cuencas medias o altas en gene-

ral, y en particular, para disminuir el déficit hídrico que en ciertos momentos presentan cultivos como el maíz (*Zea mays* L.) o aliviar las necesidades de agua y forrajes del ganado. En países de América Latina y del mundo se han tenido experiencias exitosas captando el agua de lluvia en pequeñas represas para satisfacer las necesidades hídricas de algunos cultivos pero involucrando intensamente a la población campesina que se beneficia de estas obras, por ejemplo; “Cosecha del agua y participación organizada de la comunidad en Culpé” en La República del Perú: (Rojas, 1999) o las acciones del Centro Internacional de Agricultura de Traspatio S. C., en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México (nefortiz@hotmail.com). Con base en lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos, bajo la premisa de **trabajo de investigación-acción-innovación**:

- a. Demostrar, a nivel piloto, que es posible captar en pequeños vasos parte de los escurrimientos pluviales y **presurizarlos utilizando sólo los desniveles topográficos del terreno**, incluyendo en esto la utilización de la bomba de ariete hidráulico que no requiere combustibles fósiles ni electricidad para su funcionamiento (Olguín, 1992).
- b. **Conducir el agua, de forma eficiente (tuberías o mangueras) hacia las zonas de cultivo y las de abrevadero y aplicarla también con eficiencia.**
- c. Disminuir o eliminar el efecto negativo de la sequía intra-estival que con frecuencia coincide con la fecundación y llenado de grano en maíz en las siembras de temporal y cultivar tres ciclos por año ferti-irrigando y aplicando mejoradores de suelo directamente en el área de raíces de las plantas.
- d. Cultivar algunas hortalizas de invierno y cubrir de forma automática las necesidades de agua y forrajes de pequeños hatos de ganado.
- e. Incrementar sensiblemente los rendimientos de frijol llevando a cabo por lo menos dos ciclos en el año.
 - Integrar sistemas agro-acuícolas reutilizando el agua captada, y desarrollar sistemas de riego ultra eficiente y sencillo en su manejo.

Todo lo anterior con el fin de contribuir de manera participativa a la solución de la problemática expuesta, no sólo de las cuencas medias y altas, sino también beneficiar a las poblaciones ciudadanas importantes de la planicie costera veracruzana que también, recurrentemente, sufren los desastres de las inundaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características generales de la microcuenca y equipos disponibles en la zona inicial de trabajo

Se tienen escurrimientos pluviales abundantes y de buena calidad, durante la época de lluvias: de junio a octubre la precipitación anual es de 900 mm. En este territorio se eligieron terrenos de cultivo situados en cotas inferiores a la del vaso de almacenamiento (por lo menos 5 m) en los que se pueden habilitar hasta unas nueve hectáreas. Hasta el momento se ha equipado totalmente para fertirriego 2.6 ha. Se tienen mangueras conductoras instaladas en campo, con lo que se alcanzaría a habilitar siete hectáreas en el mediano plazo. En cuanto a infraestructura, se cuenta con una represa construida hace más de 100 años, que puede almacenar 12,000 m³.

Se instaló un filtro en "Y" de baja presión con elemento filtrante de 100 mesh, y utilizando la ecuación de Darcy-Weissbach y las existencias de mercado, se calcularon los diámetros sucesivos de tramos de mangueras de conducción y distribución que minimizaran las pérdidas de carga por fricción, en los 1000 m de recorrido desde la represa hasta la zona de cultivo y se instalaron con el apoyo decidido de los productores.

Se continuó diseñando el sistema de riego, incorporando en una siguiente etapa un tubo venturi fertilizador y se adquirieron aparatos de medición de la humedad del suelo. En pasos sucesivos, se ha venido llevando a cabo una capacitación continua de los productores y técnicos de apoyo bajo un esquema de intercambio de saberes (Figura 1).



Figura 1. Fuente: Elaboración propia.

Lo que hemos avanzado productores y técnicos

Se habilitaron parcialmente 100 m al sur del poblado, una de las pequeñas represas con que cuenta la comunidad de Angostillo, Municipio de Paso de Ovejas (2010 y 2011). Actualmente capta 8 000 m³ con posibilidad de ampliarse a 12 000 m³, si se remueven la totalidad de azolves que al paso del tiempo se han acumulado. Para cuantificarlo se realizó el levantamiento topográfico de precisión con estación total. Se ha diseñado, construido y se opera una obra de toma que no afecta la cortina de la represa, considerada monumento de valor histórico construido en el siglo XIX. La obra consiste en un sifón de 3" de diámetro (poliducto) cuya entrada con dos válvulas "check" (3") o de flujo en una sola dirección **flota apoyado en cierta estructura**. Las entradas permanecen constantemente 0.3 m debajo de la superficie del agua sin importar que el tirante de la represa se vaya abatiendo o se eleve con nuevas lluvias. En el extremo aguas abajo del sifón se instaló una llave de paso, el filtro de malla (100 mesh) en "Y", y una válvula de liberación de aire (Figura 2).

Mediante levantamiento topográfico de precisión realizado con una estación total, se ubicó en campo la curva de nivel crítica que une a la represa con los terrenos de cultivo. Se denomina crítica a esta curva después de determinar que el desnivel entre ella y el de operación del sistema es el mínimo permisible para conducir y aplicar el agua con las mangueras de conducción, de distribución (poliducto de 3" de diámetro) y para abastecer las cintillas de riego por goteo seleccionadas, que tienen un gasto de 300 l h⁻¹ por 100 m, bajo una presión de trabajo recomendada por el fabricante de 0.56 kg cm⁻² (Figura 1 D)

La zona de riego distribuyó en el periodo 2011-2012 en su tramo final de 800 a 1,000 m desde la represa. En esa etapa se regó y fertilizó cerca de una hectárea. Para ello se instaló un tubo venturi en determinado punto de la línea conductora. Con la ecuación ya mencionada, se han calculado las longitudes de mangueras "flat pipe" de 6" y 4" de diámetro que minimizan los costos. Durante agosto de 2011 se regaron con el sistema 0.4 ha iniciándose los riegos cuando la parcela de maíz tenía seis semanas de haber germinado. El momento de riego y volumen se determinaron de forma semi-cuantitativa, utilizando las lecturas de un medidor específico y las recomendaciones generales del proveedor de las cintillas. En noviembre del 2011 se sembró con maíz el terreno nuevamente y se construyó una cama de 60x2 m para



Figura 2. A-C: Represa que recoge escurrimientos pluviales. B: Productores, Técnicos e Investigadores integrados en el proyecto. D: Aplicación de riego presurizado.

introducción de hortalizas de invierno micro-irrigadas. En el 2012 se ferti-irrigaron 1.5 ha (tres ciclos por año) con un rendimiento equivalente de 5 t ha^{-1} por ciclo y una parcela con frijol en 0.4 ha que produjo un rendimiento equivalente a 1.8 t ha^{-1} . La relación beneficio costo en el área utilizada fue de 3:1. Durante cada año los productores vendieron el maíz tanto en elote (fisiológicamente inmaduro) como en grano, según los precios del momento. En 2012-2013 la misma parcela de frijol rindió 2.4 t ha^{-1} y en 2014, una de 540 m^2 produjo el equivalente a 3.3 t ha^{-1} . Desde el 2013 se les ha estado capacitando en el sistema intensivo de producción de hidroponía orgánica con sub-riego automático, sin el uso de bombas o contadores de tiempo ni dosificación de soluciones nutritivas. Se sembraron 4000 mojarra tilapia en la represa. A la fecha están en operación tres hectáreas y cuatro bebederos automáticos para el ganado. En 2013 y 2014 han surgido problemas con un grupo de ejidatarios (4 de 80) que aun teniendo habilitada su parcela, no desean que el proyecto continúe. En ese tiempo la capacitación profundizó en temas completamente nuevos para los productores (relaciones agua-suelo-atmósfera) expuestos de manera comprensible usando un léxico sencillo; así, gradualmente se van haciendo cargo del sistema y aportando también sus conocimientos prácticos en mu-

chos aspectos. La capacitación e intercambio de saberes también ha incluido temas de comercialización o la naturaleza de plantas y animales que afectan positiva o negativamente al agro ecosistema en desarrollo (Figura 3).

CONCLUSIONES

El hecho de que los pocos productores con los que se inició el proyecto continúen participando, indica que su actitud tradicional hacia los apoyos gubernamentales está cambiando. Cultivar maíz y hortalizas en diciembre, con lluvias limitadas a cuatro meses en el año; y sin uso de gasolina o electricidad, es algo nuevo. Pasar de un rendimiento histórico de entre 0.5 t ha^{-1} anualmente a 15 t ha^{-1} es relevante. Quizá esto se compruebe con la formación de un nuevo grupo, y con el hecho de que los productores iniciales han capacitado a otros de comunidades vecinas, por ejemplo en el trazo uso del "Triángulo A" para trazar en el campo curvas de nivel y determinar pendientes. Las repercusiones económicas, sociales y ambientales del proyecto ampliado, lucen positivas y representan una forma de adaptarse a algunos de los efectos negativos del cambio climático. Cuando decenas de pequeños vasos como este operen en la región u otras similares, los agro-ecosistemas, la flora, la fauna, la recarga de acuíferos y la disminución de avenidas destructivas,



Figura 3. A: Trazo general de irrigación. B-D: Trazo de curvas a nivel con triángulo "A" para siembra de maíz. E: Siembra de frijol. F: Registro de datos en tensiómetros.

mostrarán un cambio positivo como el que se espera; y se estará en condiciones de tomar ventaja de los efectos de las lluvias torrenciales que llenen rápidamente las pequeñas represas, con lo que se podrá mejorar la calidad de vida de los pobladores del ámbito rural.

LITERATURA CITADA

- Anaya G.M. 2011. Captación del agua de lluvia; Solución caída del cielo.
- Cazorla A., De Los Ríos C.I., Salvo M. 2004. Trabajando con la gente. Modelos de Planificación para un Desarrollo Rural Local. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid, España. ISBN: 84-7401-186-8. Pp 287.
- Gallardo L.F., Martínez D.J.P., Olguín P.C., Álvarez A.M.C., Pérez H.P. 2004. El proyecto LEADER de la Comunidad Económica Europea en Veracruz Centro: Región del Danzón. 25 Aniversario del Campus Veracruz del Colegio de Postgraduados. Avances de Investigación. M.F. Altamirano, Veracruz, México. (CD 12 pag).
- Olguín P.C. 1992. Proceso Investigación-Desarrollo aplicado al Manejo Integral de los Recursos Naturales de las Zonas Bajas Tropicales. Memoria de la V
- Olguín P.C. 2004. El ariete hidráulico, una alternativa para el aprovechamiento agropecuario y acuícola. Congreso Mundial de Energía Renovable. Guanajuato, México.
- Olguín P.C. 2006. El Ariete Hidráulico, Alternativa para el Aprovechamiento Agropecuario y Acuícola. Boletín Interacción. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. Agosto. Pag 4-5.
- Rojas-Melo T.M. 1999. Manejo Ecológico del Agua: Experiencia de la Comunidad de Cullpe» en Agricultura Ecológica: Hablan los productores de sus experiencias exitosas: Resumen del IV encuentro nacional de productores ecológicos del Perú. Huánuco, Perú: ANPE, Agosto 11-13.
- World Commission on Dams. 2000. Represas un nuevo marco para la toma de decisiones. Informe de la Comisión Mundial de Represas: <http://www.unep.org/dams/WCD/>

CONSUMO VERDE EN EL NORTE DE SONORA

GREEN CONSUMPTION IN NORTHERN SONORA

Lizbeth Salgado Beltrán^{1*}, Brenda Bravo Díaz²

¹Universidad de Sonora. Av. Universidad e/Irigoyen s/n. Col. Ortiz. H. Caborca, Sonora. C.P. 83621.

²Centro Mexicano para la Producción más Limpia. Av. Acueducto S/N, Gustavo A. Madero, Ticomán, 07340 Ciudad de México, D.F.

*Autor responsable: lsalgado@caborca.uson.mx

RESUMEN

En la actualidad se puede percibir un incremento en los consumidores que manifiestan su preocupación por el ambiente. Sus hábitos de consumo se ven reflejados al adquirir productos con menor impacto ambiental. La satisfacción de estas necesidades ha obligado a las empresas a adoptar estrategias de mercado en donde manifieste esta característica en los productos. Existen productos que contribuyen de diferentes maneras en la reducción de los efectos sobre el ambiente, tales como, la modificación de su material, diferente disposición final, extracción de sus materiales de manera más sustentable, entre otros. Los productos orgánicos que no usan productos químicos en su producción y poseen certificados nacionales e internacionales, son un valioso ejemplo, ya que tienen beneficios ambientales y en la salud de las personas, sin embargo no son los preferidos por el consumidor por su mayor costo con respecto a los productos tradicionales y muchos de sus beneficios son desconocidos por el consumidor. En el presente artículo se realizó un estudio exploratorio de tres zonas del norte de Sonora para identificar el comportamiento del consumidor con respecto a los productos orgánicos e identificar las oportunidades y limitaciones que conlleva la venta de estos.

Palabras clave: productos orgánicos, consumidores sonorenses, marketing ecológico.

ABSTRACT

Currently, an increase can be seen in consumers who manifest their concern over the environment. Their consumption habits are reflected when acquiring products with a lower environmental impact. Satisfying these needs has forced companies to adopt market strategies where this characteristic of the products is manifested. There are products which contribute in different ways to the reduction of impacts on the environment, such as modifying their material, different final disposal, extraction of their materials in a more sustainable manner, among others. Organic products that do not use chemical inputs in their production and have national and international certificates are a valuable example, since they have environmental benefits and for people's health; however, they are not preferred by the consumer because of their higher cost with regard to traditional products, and many of their benefits are unknown by the consumer. In this article, an exploratory study of three zones in northern Sonora was performed, to identify the behavior of the consumers with regard to organic products and to identify the opportunities and limitations that their sale entails.

Keywords: organic products, Sonora consumers, ecological marketing.

INTRODUCCIÓN

Los productos orgánicos entendidos como aquellos que no utilizan productos químicos de síntesis, y que emplean los de origen natural de rápida degradación, bajo impacto o que puedan ser reciclados (como en el caso del empaque, embalaje y etiquetado) empezaron a expandirse dramáticamente en los países desarrollados a finales de la década de los ochenta; de tal forma, que los consumidores se encuentran ante una variedad de opciones de consumo y pueden escoger aquellas que minimizan el daño al ambiente (Aguirre *et al.*, 2003). La adquisición de productos orgánicos es una práctica de compra que influye en la conciencia ecológica reduciendo las fuentes de desperdicio, promueve el reciclaje y la reclamación de materiales comprados sin afectar adversamente los requerimientos de ejecución de tales materiales (Min y Galle, 2001). En este contexto, se ha fomentado a varias organizaciones para que adopten la producción sostenible ecológicamente o producción orgánica y por el otro, satisfacer la conciencia ecológica de los consumidores, aplicando los estándares del marketing. Esta acepción involucra la relación de intercambio con la finalidad de que sea satisfactoria para las partes que en ella intervienen (sociedad y entorno natural) mediante el desarrollo, valoración, distribución y comunicación de la organización, de tal manera que contribuyan con el desarrollo sustentable de la economía y la sociedad (Calomarde, 2002).

Para lograr satisfacer a los consumidores, es indispensable conocer qué factores comprenden su comportamiento ambiental que pueden influir en la posible compra de productos orgánicos como parte de una tendencia internacional en consumo. Éstos factores están divididos en dos grupos, los externos o extrínsecos (Hayes y Cone, 1977) y los internos o intrínsecos (De-Young, 1996). Los primeros son aquellas fuentes de información acerca de un producto orgánico que influyen en los valores, actitudes y comportamiento del consumidor en relación con dicho producto (Shiffman y Lazar, 2001). Se componen por varios elementos como, esfuerzos de marketing de la empresa, entorno económico, político, legal, ambiental, aspectos culturales, clase social y familia, mientras que los internos, son aquellas influencias provenientes de las necesidades sobre el consumo que tienen los consumidores que pudiera transformarse en un comportamiento ecológico como la motivación, percepción sobre el ambiente, afinidad emocional hacia la naturaleza y actitudes.

En este sentido, se entiende que las personas tienen diferentes intereses y prioridades, entonces ven la misma porción del ambiente desde diferentes perspectivas (Costantini y Hanf, 1972). En algunas investigaciones se han obtenido resultados sobre las personas con estudios superiores quienes son las personas más pro ambientalistas que aquellas que tienen un nivel académico bajo (González y Amérigo, 1999; Ahmed *et al.*, 2001). Que la información y conocimiento sobre los aspectos ambientales pueden influir más que la actitud en un comportamiento ecológico (Synodinos, 1990; Barreiro *et al.*, 2002; Fraj y Martínez, 2005) y algunos otros (Corral *et al.*, 2009; Bratt 1999; Corral 1996; Lee *et al.*, 1995) indican que no existe una categoría general de "conducta proecológica". De acuerdo a lo anterior, se realizó una descrip-

ción del consumo verde en el Norte de Sonora, México, mediante una metodología mixta (grupos focales y análisis descriptivos) con el fin de entender al consumidor de la zona y poder crear estrategias de comercialización que incentiven la compra de productos orgánicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se eligió la zona norte de Sonora, México que comprende las ciudades de Nogales, Santa Ana y Caborca. Se llevó a cabo en dos fases; en la primera se emplearon técnicas cualitativas (grupos focales); y en la segunda, cuantitativas (encuesta) para la recolecta de datos. En un grupo focal se generan procesos de interacción, estimulación recíproca, discusión, expresión de opiniones, formación de alianzas y percepción de un marco de seguridad formado por individuos afines, que crea una situación favorable para la explicación de ciertos aspectos (Denis, 1995). De tal forma que proporciona información de gran utilidad para el correcto diseño metodológico de una técnica cuantitativa y, especialmente, para la interpretación de los resultados. En este caso, sirvió para estructurar la encuesta sobre el consumo verde utilizada en la etapa dos. El éxito de esta técnica depende de dos aspectos fundamentales: 1) la determinación de las personas para participar en las sesiones y, 2) la predisposición a decir la verdad, que vincula al consumidor seleccionado y al emisor del discurso (ya sea una marca, un político, etcétera). Como primera etapa (Figura 1) se preparó la reunión, donde se seleccionó a un moderador que no estuviera relacionado directa o indirectamente con la investigación para evitar generar sesgo y se redactaron los temas de discusión (Figura 2). Se realizó una sesión grupal

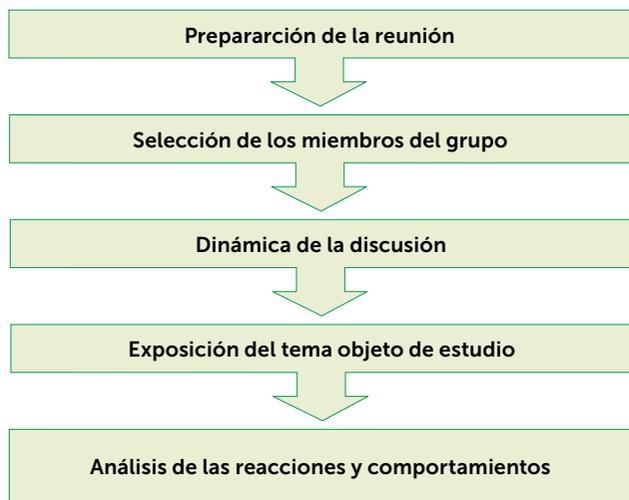


Figura 1. Fases del grupo focal (Fuente: Elaboración Propia, 2014).

en cada localidad objeto de estudio donde se seleccionaron ocho personas que han consumido productos orgánicos alguna vez. Posteriormente, se inició con la dinámica de la discusión que consistió en la presentación del coordinador y miembros del grupo, seguida de la exposición del tema objeto de estudio. Por último, se realizaron los análisis sobre las reacciones y comportamiento de los grupos.

En la fase cuantitativa, se diseñó una encuesta estructurada que comprendieron 35 preguntas relativas a las estrategias de marketing, acciones gubernamentales, comportamiento del consumidor, además del perfil sociodemográfico. Por medio de un muestreo aleatorio estratificado con un error de muestra de 5%, se obtuvieron 383 encuestas que se aplicaron en los principales punto de venta (Supermercados Walmart, Soriana, Ley y Santa Fé) de las ciudades de Caborca, Santa Ana y Nogales durante el mes de abril del 2012, el cual consistió básicamente en interceptar a los compradores que se encontraban en los puntos de venta en el momento de aplicar la encuesta para solicitarles que contestaran voluntariamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a los grupos focales (Figura 3), la mayoría de los participantes eran jóvenes de 18 a 35 años quienes se mostraron interesados por el tema ambiental, ya que muchos lo perciben como una moda. Mencionaron algunas razones por las que han comprado productos orgánicos, entre los que señalaron como principal la salud, seguido de cuidado al ambiente en los tres grupos estudiados. Sin embargo, al hablar de los factores que

Interés por el tema medioambiental

- ¿Te interesa el tema del medio ambiente?
- ¿Buscas información sobre el tema del medio ambiente?

Productos orgánicos

- ¿Cuáles han sido los motivos por los que has comprado un producto orgánico?
- ¿Conoce los beneficios que tiene consumir productos orgánicos?
- ¿Qué factores considera que influyen en la compra de un producto orgánico?

Acciones Pro ambientales

- ¿Qué consideras que está haciendo el Gobierno Mexicano a favor del medio ambiente?
- ¿Qué consideras que están haciendo las empresas a favor del medio ambiente?
- ¿Qué consideras que estás haciendo tú a favor del medio ambiente?

Figura 2. Temas de discusión. Fuente: Elaboración Propia (2014).

creen que influyen en la compra de estos productos, indicaron que el alto precio y poca disponibilidad de los mismos es una barrera para su adquisición, además de que el factor cultural y educación tiene demasiado peso en sus decisiones de compra. Respecto a las acciones pro ambiente, en México la aplicación correcta de las regulaciones ambientales es considerada una debilidad más que la propia falta de una regulación. No ven un compromiso real en las acciones ambientales que emprenden las compañías. Sugieren que la conciencia sobre aspectos ambientales debe inculcarse

Interés por el tema ambiental

- A la mayoría le gusta el tema ambiental, porque lo consideran como algo de moda.

Productos orgánicos

- Han comprado por salud y para reducir el impacto al ambiente.
- El precio es uno de los factores que más influye al comprar un producto orgánico con respecto de uno normal, seguido por la no disponibilidad.
- En la región es muy difícil cambiar el hábito de consumo hacia los productos orgánicos. Los factores como la cultural y la educación son muy importantes en la decisión de compra.

Acciones Proambientales

- Consideran que las leyes ambientales son buenas, sin embargo en México no se aplican como deberían de ser.
- Perciben que los empresarios apoyan el ambiente por su propio beneficio, como una manera de publicidad, que hacerlo porque de verdad están interesados en cuidarlo.
- Crear conciencia con un marketing más creativo, como marketing de guerrilla.
- La conciencia ecológica debe darse desde la niñez, en el seno familiar es donde debe empezar el cuidado por el ambiente.
- Lo que más se hace para cuidar al ambiente es tratar de tirar la basura en los contenedores, no en la calle.

Figura 3. Resultados del grupo focal.

desde edades tempranas y que la familia tiene fuerte influencia en este aspecto.

Algunas medidas que toman para contribuir con la mejora del ambiente son: poner la basura en su lugar, reducir el uso de plástico usando bolsas biodegradables o de tela para el mandado.

En relación al perfil sociodemográfico de los encuestados, la mayoría de los encuestados se concentra en los jóvenes adultos de 18 a 36 años (54.8%). El 61.4% fueron mujeres y 38.6% hombres. El 59.8% están casados, seguidos de 24.3% solteros. El 80.9% percibe un salario mensual entre \$2000 y \$8000. Los resultados muestran una tendencia de los consumidores de la zona norte de Sonora a la compra de los productos orgánicos, sin embargo, el precio sigue siendo un factor determinante en la toma de decisión. El análisis destaca que los consumidores adquirirían en mayor cantidad productos orgánicos si el precio fuera similar al de un producto convencional (puntuación media de 4.57 en una escala Likert de 5 puntos), e indican que sería benéfico aumentar los punto de venta (4.16). En cambio, la afirmación de que el alto precio de un producto orgánico es indicativo de mayor calidad, no es tan valorado (2.90) al igual que la credibilidad en la publicidad ecológica de las empresas (3.02), la presentación de un producto orgánico es atractiva (2.03) y me gustaría que en el empaque del producto se especificara el porcentaje de componente orgánico que posee (3.10) (Cuadro 1).

En las acciones del gobierno parece existir un consenso, en que el gobierno debería apoyar más a la agricultura

orgánica para evitar las grandes diferencias de costos (4.24) y que debería implementar un sistema de reciclaje (4.24). Por el contrario, hay desacuerdo en que el gobierno debería hacer más campañas publicitarias sobre los beneficios de los productos orgánicos (1.61), esto puede obedecer a que esta actividad se perciben como algo que corresponde a las compañías más que al gobierno en si. De igual manera el pagar un impuesto ambiental si el consumidor supiera que eso disminuirá el problema de la contaminación (2.64) (Cuadro 2).

En relación al comportamiento del consumidor, los participantes presentan un mayor grado de compromiso en situaciones de preservación de los recursos naturales, mencionaron que como cuando salen de excursión recogen toda la basura (4.80), les gusta pasar tiempo al aire libre (4.79), procuran ahorrar energía eléctrica (4.79) y usan menos agua al cepillarse los dientes (4.59). Los dos últimos puntajes pueden explicarse debido a que existe un pago por la prestación de éstos servicios. Respecto a su comportamiento de compra, están más valoradas las afirmaciones de que compran los productos orgánicos por salud (4.66) y que al comprar un producto orgánico contribuyen con el ambiente (4.60). Además consideran que ser ecológico no es una moda pasajera (4.34). En cambio, el comportamiento sobre el reciclaje ha sido menos valorado, hay desacuerdo en la separación de los materiales (2.39), este resultado obedece a que en la zona estudiada el reciclaje es prácticamente voluntario, es decir se carece de un sistema de reciclaje municipal (Cuadro 3).

En general, los resultados de los grupos focales y encuestas dejan entrever que los consumidores compran los productos orgánicos por salud, que el gobierno debería apoyar más la agricultura orgánica y que hay consenso en preservar los recursos de naturales (Figura 4).

Cuadro 1. Valoraciones sobre las estrategias de marketing.

Variable	Puntuación Media
Compraría más productos orgánicos si el precio fuera similar al de un producto convencional	4.57
El alto precio de un producto orgánico me indica que es de mayor calidad	2.90
La publicidad ecológica de las empresas es creíble	3.02
Considero que la presentación de un producto orgánico es atractiva	2.03
Los empresarios apoyan al ambiente solo por beneficio propio	4.01
Sería bueno que aumentarían los punto de venta	4.16
Desearía que los productos orgánicos fueran más baratos	3.64
Me gustaría que en el empaque del producto se especificara el porcentaje de componente orgánico que posee.	3.10

Cuadro 2. Valoraciones sobre las acciones del gobierno.

Variable	Puntuación Media
El gobierno debería hacer más campañas publicitarias sobre los beneficios de los productos orgánicos	1.61
Pagaría un impuesto ambiental si supiera que eso disminuiría el problema de la contaminación	2.64
El gobierno debería apoyar más a la agricultura orgánica, para evitar las grandes diferencias de costos	4.24
El gobierno debería implementar un sistema de reciclaje	4.24

Cuadro 3. Valoraciones sobre el comportamiento del consumidor.

Variable	Puntuación Media
Dejaría de comprar productos de empresas que contaminan	3.82
Cuando pienso en como contaminan las industrias me frustró	4.34
Compro los productos orgánicos por salud	4.66
Cuando compro un producto orgánico me fijo en las regulaciones ecológicas (por ejemplo, eco etiquetado)	3.10
Acostumbro a separar los materiales	2.39
Estaría dispuesto a llevar una bicicleta para reducir la contaminación	3.96
Nunca he comprado un producto porque tuviera menores efectos contaminantes	2.89
No hago ningún esfuerzo especial para comprar productos con embalajes reciclables	2.70
He cambiado de productos por razones ecológicas	3.19
Uso menos agua al cepillarme los dientes	4.59
Me he suscrito a publicaciones ecológicas	1.49
Siento que la gente se preocupa demasiado por los pesticidas en los productos	2.31
Me asusta pensar que la comida que ingiero esta contaminada por pesticidas	4.26
Nunca me ha afectado la contaminación	2.04
Me gusta pasar tiempo al aire libre	4.79
Procuo ahorrar energía eléctrica	4.79
Cuando salimos de excursión recogemos toda la basura	4.80
Considero que ser ecológico no es una moda pasajera	4.34
Al comprar un producto orgánico contribuyo con el medio ambiente	4.60



Figura 4. Hortalizas "orgánicas" en condiciones de mercadeo justo: del productor al consumidor.

CONCLUSIONES

El análisis del consumo verde en el norte de Sonora permitió entender a un consumidor cada vez más consciente, que realiza sus compras principalmente por salud y en segundo término por ser más respetuosos con el ambiente. De cara a implementar estrategias de comercialización, las empresas para poder posicionar su oferta de productos orgánicos, deben considerar primero segmentar el mercado de acuerdo a los niveles del comportamiento ecológico y análisis de sensibilidad al precio, para diseñar campañas de comunicación dirigidas a estos grupos. Otro aspecto que se destaca, es la falta de disponibilidad del producto orgánico en la zona, lo cual limita su adquisición. En los supermercados donde se realizó el estudio, el producto orgánico en su mayoría es de importación con precios que se incrementan de un 100% a un 120% respecto a uno de origen convencional. Los resultados evidencian una oportunidad para que los productores comercialicen productos orgánicos de la zona, utilizando herramientas de marketing ecológico. Es importante recordar que los encuestados consideraron por mayor acuerdo que el ser ecológico no es una moda pasajera.

LITERATURA CITADA

- Ahmed M.I., Kamalanabhan T.J. Chih P.L.G. 2001. Green marketing and its implications on consumers and businesses in Malaysia: An empirical study. *Journal of Human Ecology*, 12(4): 245-249.
- Aguirre M.S., Aldamiz-echevarria C., Charterina J. Vicente A. 2003. El consumidor ecológico. Un modelo de comportamiento a partir de la recopilación y análisis de la evidencia empírica. *Distribución y Consumo*, 13 (67): 41-53.
- Barreiro J.M., López M.A., Losada F., Ruzo E. 2002. Análisis de las dimensiones cognoscitiva, y afectiva del comportamiento ecológico del consumidor. *Revista Galega de Economía*, Vol. 11 (2), pp. 1-21.
- Bratt C. 1999. Consumers' environmental behavior: generalized, sector-based, or compensatory? *Environment & Behavior*. 29: 515-531.
- Calomarde J.V. 2000. *Marketing ecológico*, Ed. Pirámide, ESIC, Madrid.
- Corral-Verdugo V. 1996. A structural model of reuse and recycling in Mexico. *Environment & Behavior*. 28: 665-696.
- Corral-Verdugo V., Hess S., Hernandez B., Suarez E. 2009. Los fundamentos y la estructura de la acción proecológica, medidos en una escala de conductas protectoras del ambiente. pp. 71-88. En libro: Víctor Corral Verdugo (coord.) *Conductas protectoras del ambiente, teoría, investigación y estrategias de intervención*. Universidad de Sonora, Plaza y Valdés. México.
- Costantini E., Hanf K. 1972. Environmental concern and Lake-Tahoe-study of elite perceptions, backgrounds, and attitudes, *Environment and Behavior*. 4 (2): 209-241.
- Denis M.C. 1995. El aporte específico de los estudios cualitativos, *investigación y marketing*, 47 (marzo).
- DeYoung R. 1996. Some psychological aspects of a reduced consumption lifestyle: the role of intrinsic satisfaction and competence motivation, *Environment and Behavior*. 28 pp. 358-409.
- Fraj Andrés E., Martínez Salinas E. 2005. El nivel de conocimiento medioambiental como factor moderador de la relación entre la actitud y el comportamiento ecológico, *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 11, No 1, pp. 223-243.
- González A., Amérigo M. 1999. Actitudes hacia el medio ambiente y conducta ecológica, *Psicothema*. Vol. 11, n. 1. 13-25.
- Hayes S.C., Cone J.D. 1977. Reducing residential consumption of electricity through simple monthly feedback, *Journal of Applied Behavior Analysis*. 14, pp. 81-88.
- Lee Y.J., De Young R., Marans R.W. 1995. Factors influencing individual recycling behavior in office settings. *Environment & Behavior*. 27: 380-403.
- Min H., Galle W.P. 2001. Green purchasing practices of US firms, *International Journal of Operations & Production Management*, Volume 21 Number 9 pp. 1222-1238.
- Shiffman L.G., Lazar K.L. 2001. *Comportamiento del consumidor*, Ed. Prentice Hall, 7ma edición, México.
- Synodinos N.E. 1990. Environmental Attitudes and Knowledge: A Comparison of Marketing and Business Students with other Groups, *Journal of Business Research*, Vol. 20 (2), marzo, pp. 161-170.



LA CAPACITACIÓN: FACTOR CLAVE PARA EL ÉXITO AGRÍCOLA EN EL DISTRITO DE RIEGO 002 (DDR 002), EN BAJA CALIFORNIA

TRAINING: KEY FACTOR FOR AGRICULTURAL SUCCESS IN IRRIGATION DISTRICT 002 (DDR 002) IN BAJA CALIFORNIA

Escobosa-García, M.I.¹; Bali, K.M.²; Avelar-Lozano, E.¹; Soto-Ortiz, R.¹; Cárdenas-Salazar, V.A.¹; Román-Calleros, J.A.; López-López, A.¹; Araiza-Zúñiga, D.¹; Núñez-Rámirez, F.¹

¹Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas. ²University of California Cooperative Extension-Imperial County.

***Autor Responsable:** isabel.escobosa@uabc.edu.mx

RESUMEN

La idea rectora del Desarrollo de Capacidades y Extensionismo Rural es articular, homologar y vincular los programas y acciones de las entidades públicas, sociales y privadas que intervienen en el sector rural en materia de capacitación, extensionismo y transferencia de tecnología. En base a la capacitación realizada en el DDR 002, proporcionada por Prestadores de Servicio Profesional (PSP); se analizó la asistencia de productores a los cursos de capacitación: control de malezas, uso del sensor Green-Seeker para un correcto uso del nitrógeno y aforo de agua de riego, programadas en diez grupos de productores de trigo, conformados cada uno por 22 productores, con el objetivo de establecer una relación entre lo que requiere el productor y el reflejo en la asistencia a las capacitaciones. La respuesta de asistencia fue: control de malezas 45.9%, sensor óptico Green-Seeker 30.91% y en el aforo de agua de riego 39.54%. Por lo que se recomienda buscar estrategias para crear responsabilidad en el productor y mejorar los resultados en cuanto al conocimiento de nuevas tecnologías que induzcan innovaciones para disminuir costos de producción y mejorar rentabilidad.

Palabras clave: Prestador de Servicio Profesional (PSP), Innovación, Extensionismo Rural.

ABSTRACT

The guiding concept in the Development of Capacities and Rural Outreach is to articulate, make equivalent and link programs and actions of public, social and private entities that intervene in the rural sector in matters of training, outreach and technological transference. Based on training carried out in the DDR 002, provided by Professional Service Providers (PSP), the attendance of producers to training courses in the following, was analyzed: weed control, use of Green-Seeker sensor for the correct use of nitrogen, and irrigation water appraisal; these were programmed in ten groups of wheat producers made up of 22 producers each, with the aim of establishing a relationship between what the producer needs and the reflection in attendance to training sessions. The response in attendance was: weed control 45.9 %, Green-Seeker optical sensor 30.91 %, and irrigation water appraisal 39.54 %. Therefore, it is recommended to seek strategies to develop responsibility in the producer and improve results in terms of knowledge of new technologies that can induce innovation to decrease production costs and improve profitability.

Keywords: Professional Service Provider (PSP), innovation, outreach.

INTRODUCCIÓN

Los Centros

Estatales de Capacitación y Seguimiento de la Calidad de los Servicios Profesionales (CECS) previstos en las Reglas de Operación publicadas en el DOF el 31 de diciembre de 2010, y en los Lineamientos del Componente de Desarrollo de Capacidades y Extensionismo Rural emitidos el 28 de febrero de 2011 y publicados en el Diario Oficial de la Federación el 31 de marzo de 2011, son instituciones de Educación Superior, de cobertura local o nacional acreditadas por la Secretaría para proporcionar a nivel estatal servicios de formación, capacitación, acreditación y, en su caso, certificación de competencias de los prestadores de servicios profesionales; así como la supervisión del desempeño en situación de trabajo y seguimiento de la calidad de los servicios profesionales.

En cada entidad de México, se tendrá un solo Centro para la Capacitación y Seguimiento, y en general se le conocerá como Centro Estatal de Capacitación y Seguimiento de la Calidad de los Servicios Profesionales. Con el fin de desarrollar capacidades locales, esta función podrá ser responsabilidad de una institución de Educación Superior local o nacional, en la que se contratan Prestadores de Servicio Profesional (PSP), que son personas físicas o morales que se contratan en el marco del componente de Asistencia Técnica y Capacitación de la SAGARPA. (SAGARPA, 2012). El trigo es el cultivo más sembrado en el Distrito de Desarrollo Rural Río Colorado (DDR-002), con 96,090 ha en promedio de los últimos cinco años y con una tendencia ascendente en éste período representa el principal cultivo en el valle de Mexicali, B.C. y San Luis Río Colorado, Sonora. (INIFAP, 2010). Esquema de precios condicionados a las fluctuaciones del mercado global y al aumento de las materias primas de producción como semillas, fertilizantes, combustibles, plaguicidas, etcétera, hacen que se requiere producir más, con mayor calidad y disminuir costos; el productor de trigo enfrenta un reto de lograr una cosecha rentable, esto implica realizar actividades tendientes a optimizar el uso de los insumos, disminuyendo por ejemplo las densidades de siembra, utilizando los requerimiento del cultivo en cuanto a fertilizantes, manejo adecuado del agua de riego y control oportuno de plagas, todas estas actividades enfocadas a optimizar los recursos y el potencial productivo de los predios así como la calidad del producto en cuanto al requerimiento de proteína que es la base para una segura y aceptable comercialización. De acuerdo a las estadísticas publicadas por la oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (OEIDRUS 2013) en el Estado de Baja California se considera un rendimiento promedio de 6.47 t ha⁻¹. Con base en lo anterior, se analizó la asistencia de productores a los cursos de capacitación: control de malezas, uso del sensor Green-Seeker para un correcto uso del nitrógeno y aforo de agua de riego, programadas en diez grupos de productores de trigo, conformados cada uno por 22 productores, con el fin de establecer una relación entre lo que requiere el productor y el reflejo en la asistencia a las capacitaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

El DDR 002 se encuentra localizado en el extremo noreste del estado mexicano de Baja California y está conformado por el delta del Río Colorado, se

extiende desde la frontera entre Estados Unidos y México hasta el delta del río en el Golfo de California, y desde el mismo río hasta la Sierra de Juárez. El mecanismo realizado por los PSP, para llevar a cabo las capacitaciones fue mediante la elaboración de invitaciones a los productores, indicando lugar y fecha, posteriormente se realizaron las capacitaciones aclarando dudas y entregando folletos e información complementaria acerca del tema, elaborando listas de asistencia y minutas de acuerdos. Los grupos atendidos fueron: Carranza, Zavala, Silva, Camacho Nayarit, Carranza-Zacatecas, Colonias Nuevas, Hernández Rosas, Vindióla López y Volcán Cerro Prieto; con un total de seis capacitaciones: Control de Malezas, Metodología del Green Seeker, Medición de agua de riego, concentración de nitratos en el tallo de trigo, siembra en surco, manejo de fertilizantes y mejoradores de suelo, para efecto de esta investigación analizamos la asistencia de productores de tres capacitaciones: Control de Malezas, Metodología del Green Seeker y Medición de agua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La respuesta a la asistencia fue la siguiente: control de malezas asistió el 45.9 % de los productores, en el uso del sensor óptico Green-Seeker el 30.91% y en el aforo de agua de riego el 39.54% (Cuadro 1).

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo (OCDE), en éste trayecto de transición y decisiones de acuerdo a respuestas de los productores, es necesario preguntar **¿Qué es lo que realmente quieren?** para contar con mayor participación, incrementar la calidad del servicio,

Cuadro 1. Asistencia de Productores a la capacitación en el período 2012.

Nombre del grupo	Carranza	Zavala	Silva	Camacho	Nayarit	Carranza-Zacatecas	Colonias Nuevas	Hernández Rosas	Vindiola López	Volcán Cerro Prieto	% Asistencia
Capacitaciones	Número de asistentes										
Control de maleza	7	20	6	7	12	6	9	22	6	6	45.9
Metodología Green-Seeker	11	19	5	10	13	4	5	2	4	5	30.91
Medición de agua	11	19	5	10	13	4	6	10	4	5	39.54



Figura 1. A-B: Capacitación para el uso del sensor óptico Green-Seeker. C-D: Capacitación: Aforo de agua en canales de riego.

una reforma en el financiamiento de la investigación, el fortalecimiento de la transferencia de la tecnología, así como, el fortalecimiento de vínculos institucionales a través del sistema de innovación para la incorporación de nuevas tecnologías para disminuir los costos de producción y tener una mejor rentabilidad.

CONCLUSIONES

Se sugiere reforzar mediante los Prestadores de Servicio Profesional (PSP) las estrategias de interés para crear conciencia en el productor de lo importante que es asistir a los programas de capacitación, disminuir los costos de producción y obtener mayor rentabilidad inclusive, proporcionar capacitación personalizada como se realizó en el ejercicio 2013 del Programa de Desarrollo de Capacidades e Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural en el Centro Estatal de Capacitación y

Seguimiento de la Calidad de los Servicios Profesionales (CECS) de Baja California.

AGRADECIMIENTOS

A todos los Ingenieros Agrónomos que prestan su Servicio como PSP en Baja California.

LITERATURA CITADA

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).2010. Guía Técnica para el área de influencia del campo experimental Valle de Mexicali. P.19

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). 2013. <http://www.ipyme.org/es-ES/UnionEuropea/OCDE/Paginas/OCDE.aspx>

Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (OEIDRUS) 2013. http://www.oeidrus-bc.gob.mx/oeidrus_bca/SAGARPA. 2012. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/DesCap/Paginas/CECS.aspx>

Sistema de Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural (SINACATRI).2012. Titulo 4: Desarrollo de Capacidades y Extensionismo Rural. p.12.

Heliconia L.: GÉNERO SUBUTILIZADO EN MÉXICO

Heliconia L.: UNDERUTILIZED GENUS IN MÉXICO

Ortiz-Curiel S.¹, Avendaño-Arrazate C.H.^{1*}, Olivera-De Los Santos A.¹, Grajales-Solís M.¹, Canul-Ku J.², Cortés-Cruz M.³, Iracheta-Donjuan L.¹

¹Campo Experimental Rosario Izapa-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Km. 18 Carretera Tapachula-Cacahoatán Tuxtla Chico, Chiapas. C.P. 30870, México. ²Campo Experimental Zacatepec-INIFAP, km 0.5 Carr. Zacatepec-Galeana. Zacatepec, Morelos, C.P. 62780. México. ³Centro Nacional de Recursos Genéticos-INIFAP, Boulevard de la Biodiversidad No. 400, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. C.P. 47600. México.

*Autor responsable: avendano.carlos@inifap.gob.mx

RESUMEN

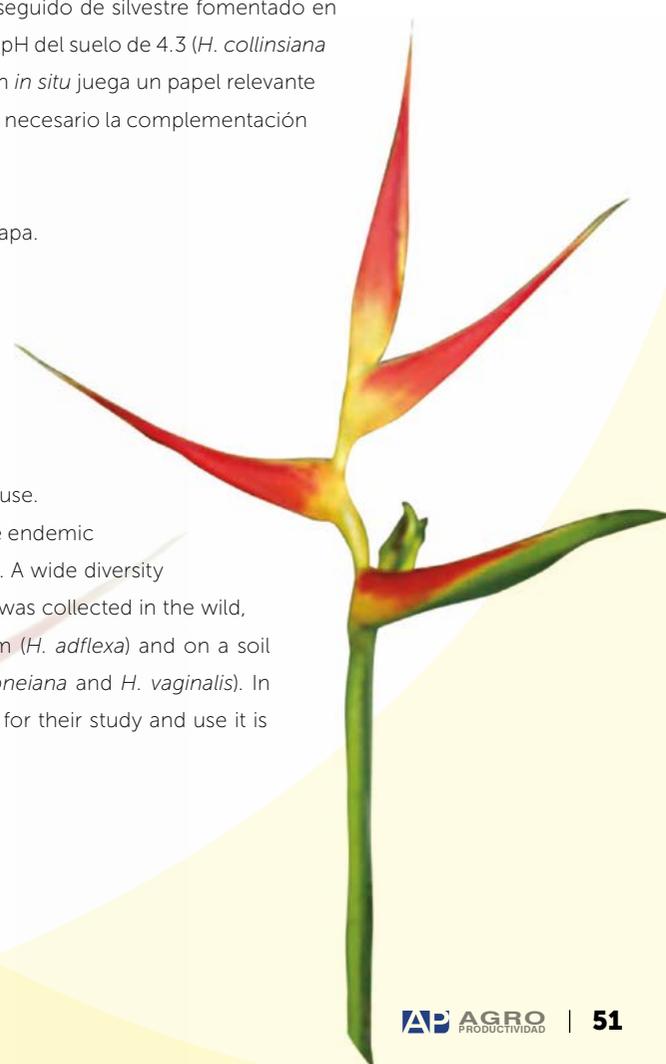
Las heliconias en México (*Heliconia* L.) se distribuyen en áreas tropicales y subtropicales, con pocos usos registrados, sin embargo, su variación biológica está registrando importancia ornamental como especies asociadas a cultivos perennes. Se recolectó la mayor diversidad de especies de heliconia presentes en México para su conservación, estudio y aprovechamiento. Se registraron 32 accesiones de doce especies, entre ellas una endémica (*H. uxpanapensis*), en los estados de Chiapas, Oaxaca, Puebla y Veracruz. Se encontró una amplia diversidad en colores de brácteas, y el mayor porcentaje de ejemplarse fue recolectado en estado silvestre, seguido de silvestre fomentado en altitudes de 35 m (*H. latispatha*) hasta 1922 m (*H. adflexa*) y en un rango de pH del suelo de 4.3 (*H. collinsiana* y *H. uxpanapensis*) a 7.03 (*H. champneiana* y *H. vaginalis*). La conservación *in situ* juega un papel relevante para su preservación; sin embargo, para su estudio y aprovechamiento es necesario la complementación de la conservación *ex situ*.

Palabras clave: Flores tropicales, Caracterización, Morfología, Rosario Izapa.

ABSTRACT

Heliconia species in México (*Heliconia* L.) are distributed in tropical and subtropical areas, with few recorded uses; however, their biological variation is showing ornamental importance as species associated with perennial crops. The greatest diversity of heliconia species present in México was collected for their preservation, study and use. Thirty-two accessions of twelve species were recorded, among them one endemic (*H. uxpanapensis*), in the states of Chiapas, Oaxaca, Puebla and Veracruz. A wide diversity of colors in bracts was found, and the highest percentage of specimens was collected in the wild, followed by promoted-wild in altitudes of 35 m (*H. latispatha*) to 1922 m (*H. adflexa*) and on a soil pH range of 4.3 (*H. collinsiana* and *H. uxpanapensis*) to 7.03 (*H. champneiana* and *H. vaginalis*). *In situ* conservation plays an important role in their preservation; however, for their study and use it is necessary to complement with *ex situ* conservation.

Keywords: tropical flowers, characterization, morphology, Rosario Izapa.



INTRODUCCIÓN

La convergencia de las regiones biológicas, neoártico y neotropical, su topografía y amplia variación climática son factores principales que propician en México la diversidad de especies vegetales de clima templado en el norte del país, y tropical en el sureste mexicano, por lo que, le ha valido su inclusión en el catálogo de los países mega diversos. A pesar de contar con dicha riqueza, en los últimos veinte años, México registra el proceso de degradación ambiental más acelerado de su historia, donde la vegetación original tropical húmeda de 9.1%, se redujo al 4.82% lo que significa que se ha perdido cerca del 48% de este ecosistema (Challenger, 2008) donde habitan especies del género *Heliconia*. Berry (1991) refiere que existen de 200 a 250 especies, de las cuales seis se distribuyen desde Samoa en el océano Pacífico hasta la isla de Sulawesi, Indonesia; sin embargo, Ferreira (2007), en un estudio de reclasificación menciona únicamente 182 especies clasificadas en cinco subgéneros y el resto las considera sinonimias. Además, menciona que las especies en América se distribuyen desde el sureste de México hasta el norte de Brasil, incluyendo los países del Caribe; donde la mayor cantidad de especies se encuentran en los países localizados cercanos al Ecuador. De esta forma, Colombia posee 94 especies, Ecuador 60, Panamá 56, Costa Rica 47, Brasil 37, Perú 32, Venezuela 26, Nicaragua 22, Guatemala 16, Bolivia 15, Honduras 14, México 14 y Surinam 13. En México, Gutiérrez (2000), menciona que existen 16 especies; los herbarios MEXU de la Universidad Nacional Autónoma de México, y del Instituto de Ecología registran 18 especies; sin embargo, estudios de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en México, reportan sólo 12 especies distribuidas en los estados de Chiapas, Tabasco, Oaxaca y Veracruz, principalmente.

La deforestación de los hábitats naturales ha propiciado la fragmentación y con ello la reducción de diversidad genética de las poblaciones de plantas que permanecen en dichos fragmentos; por lo tanto, en estas subpoblaciones se espera un proceso denominado deriva génica (Farfán, 2010); además, la pérdida de variantes alélicas que le permiten sobrevivir en otros ecosistemas. Diversos estudios, detallan el efecto de este problema en las selvas tropicales de México; al respecto, Castillo (2003), refiere que la ganadería y la agricultura en Veracruz, fueron causantes de la deforestación de las zonas bajas y planas cercanas a los ríos. Acciones como la creación de las Áreas Naturales Protegidas en las zonas tropicales como en el estado de Chiapas y la creación de su Consejo rector en 1996, consolidó la estrategia de conservación *in situ* de un importante número de especies, entre ellas las de heliconias que se reportan para México; sin embargo, existen recursos genéticos que aún se encuentran bajo régimen de tenencia comunal o ejidal (propiedad social), los cuales muchas veces se manejan sin consideración técnica planificada. En este sentido es necesario la conservación de los recursos *ex situ* en bancos de germoplasma, como estrategia para la utilización bajo un esquema de sustentabilidad o estudios con fines de mejoramiento genético.

Mediante la conservación *in situ*, las especies continúan adaptándose a los cambios ambientales, incluyendo aquellos que provienen de situaciones de estrés biótico o abiótico; sin embargo, su conservación a largo plazo es menos segura y menos disponible (Engels, 2007). En este sentido la conservación *ex situ* debe ser complementaria, ya que las colecciones *ex situ* nunca podrán contener todos el acervo de genes. No obstante, el éxito de la conservación *ex situ* está condicionada al tipo de estructura a conservar, pues en el caso de semillas recalcitrantes es necesario realizarlo por estructuras vegetativas. Ante esta situación en la que se encuentran los hábitats de las heliconias, el presente trabajo, se enfocó en la recolecta intra e interespecífica basado en la variación morfológica de la planta e inflorescencias, con la finalidad de rescatar y conservar ejemplares de heliconias fenotípicamente diferentes que habitan en estado silvestre o en proceso de domesticación, para su estudio, e incluirlas posteriormente en programas de mejoramiento genético para su aprovechamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se consultaron registros de poblaciones silvestres de heliconias, estudios florísticos, planes de aprovechamiento de Áreas Naturales Protegidas, base de datos de la CONABIO y ejemplares herborizados en los herbarios de la UNAM, del Instituto de Ecología A. C. y de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. La sistematización de datos permitió seleccionar sitios con referencias menor a 30 años de antigüedad, alejados de asentamientos humanos, especies, color de brácteas, fechas de

floración, altitud y tipos de suelo, considerando que los caracteres de las plantas están influenciados por factores bióticos y abióticos, y con base en ello se trazaron rutas. Durante los meses de junio 2013 a septiembre 2014, se realizó la recolección de rizomas en áreas abiertas de los estados de Chiapas, Oaxaca, Puebla y Veracruz. En campo, al momento de encontrar la población de heliconias, de manera preliminar, con descripciones del folleto "Flora de Veracruz" de Gutiérrez (2000) y la guía de identificación de Berry y Kress (1991), se identificaron en especies, en seguida se tomaron rizomas de diez plantas sanas en etapa reproductiva, se les tomó fotografías en su estado natural, datos pasaporte y muestras de suelo del área de exploración de sus raíces para determinar en qué condiciones de suelo habitan. Al concluir la recolección, con los datos pasaporte e imágenes fueron validados personalmente por el Dr. Celso Gutiérrez Báez (experto en heliconias), además de registros electrónicos del portal de "Missouri Botanical Garden database" y la actualización de la nomenclatura de especies el género *Heliconia* (Heliconiaceae) propuesta por Ferreira (2007). Las plantas se acondicionaron y sembraron en las instalaciones del Campo Experimental Rosario Izapa, Chiapas, en condiciones de clima trópico húmedo (Am (w)ig), precipitación promedio anual de 3500 mm distribuidas en los doce meses, con mayor concentración en mayo a octubre; temperatura media anual de 26 °C, el suelo con pH de 4.8. Se sembraron directamente al suelo directo bajo malla sombra 30% a distancias según el porte de la planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los años 2013 y 2014, un total de 32 accesiones de heliconias se recolectaron en los estados de Chiapas, Oaxaca, Puebla y Veracruz; 23 de ellas en estado silvestre, cinco asociadas con cafetales (fomentada) y cuatro en áreas Naturales Protegidas (Cuadro 1).

Las heliconias colectadas forman poblaciones de diferente densidad, las cuales se clasificaron en tres categorías: invasiva, población mediana y macollos individuales. Son invasivas debido a sus rizomas de tipo leptomorfo, el cual permite que las plantas adopten un crecimiento longitudinal, cubriendo espacios grandes en tiempos reducidos. Los de tipo paquimorfo por el contrario, forman macollos y por ello su regeneración es sensible a la perturbación de sus hábitats. El mayor porcentaje de las heliconias se recolectaron en condición silvestre, seguida de silvestre-fomentada y finalmente domesticada. En cuanto al color de brácteas, se diferenciaron al menos 14 tonalidades o matices que van del rojo intenso (escarlata) a verde claro. Entre esta gama de colores se generaron tres subgrupos: los de color rojo asociado con otros colores (17 accesiones), amarillo a naranja, asociados

con otros colores (10 accesiones) y aquellos con colores rosa a blanco (5 accesiones). Cuando hay más de un color en la bráctea, los colores pueden estar dispersos, mezclados o unidos dando apariencia de moteado o jaspeado, otras, como *H. collinsiana* Griggs var. *collinsiana*, presentó indumentos como cera blanca o grisácea o vellosidad como en *H. spissa* (Figura 1).

Con base en las características de las heliconias referidas por Ferreira (2007), Berry y Kress, (1991); Gutiérrez (conversación personal) y consulta en Missouri Botanical Garden Database, la recolección correspondería a once especies silvestres y una sub cultivada introducida, los cuales, se describen a continuación y se hacen precisiones adicionales.

H. collinsiana Griggs var. *Collinsiana*. Habita desde Nicaragua a México, (Berry y Kress, 1991; Ferreira 2007), de Jalisco a Chiapas y de Veracruz a Tabasco (Gutiérrez, 2000). Son hierbas de 2 a 4 m de altura con inflorescencia pendular, helicoidal, con brácteas rojas y polvillo blanco grisáceo en el envés de las hojas y brácteas (Gutiérrez, 2000). Los materiales recolectados presentan brácteas

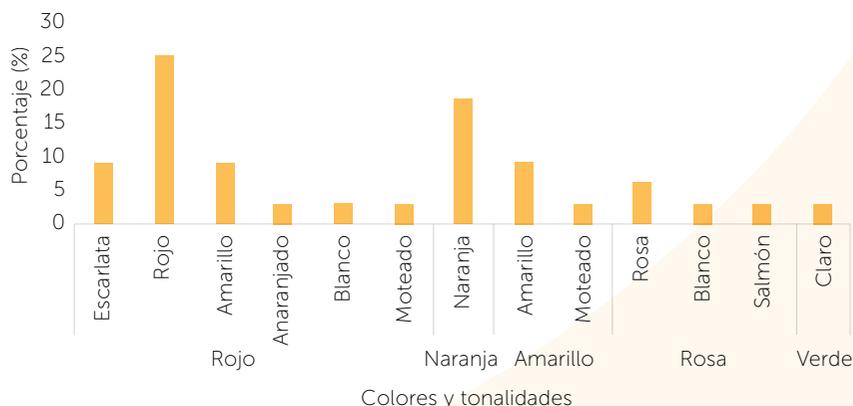


Figura 1. Colores de las brácteas de las *Heliconias* spp., recolectadas en México.

Cuadro 1. Datos pasaporte de las accesiones de heliconias recolectadas en México.

Especie	Estado conservación	Localidad	Estado	LN			LW			Altitud (m)
				Grados	Min	S	Grados	Min	S	
<i>H. collinsiana</i> , Var. Velutina	Silvestre	Villa corzo, Nueva Independencia	Chiapas	16	13	4.89	93	35	11.5	1264
<i>H. spissa</i> (Griggs) Standl.	Silvestre	Villa corzo, Nueva Independencia	Chiapas	16	13	05.30	93	35	09.38	1270
<i>H. adflexa</i> (Griggs) Standl.	Silvestre	Sierra Morena	Chiapas	16	8	8	93	35	55	1700
<i>H. latispatha</i> Benth	Silvestre-fomentada	Acapetahua	Chiapas	15	16	16.3	92	42	57.3	36
<i>H. latispatha</i> Benth	Silvestre-fomentada	Acapetahua	Chiapas	15	16	16.1	92	42	57.1	36
<i>H. collinsiana</i> Griggs var. <i>Collinsiana</i>	Silvestre-fomentada	El triunfo	Chiapas	15	21	30.29	92	31	55.94	596
<i>H. latispatha</i> Benth	Silvestre-fomentada	Tuzantan	Chiapas	15	6	8.1	92	25	28.4	35.6
<i>H. bourgaeana</i> Petersen	Silvestre	La Joya, Tezonapa	Veracruz	18	38	19.4	96	46	15.4	635
<i>H. collinsiana</i> Griggs var. <i>collinsiana</i>	Silvestre-fomentada	Tezonapa	Veracruz	18	37	36.2	96	42	22.6	250
<i>H. uxpanapensis</i> Gutiérrez Báez	Silvestre	Uxpanapa	Veracruz	17	15	13.2	94	22	31.9	101
<i>H. uxpanapensis</i> Gutiérrez Báez	Silvestre	Uxpanapa Loc 10	Veracruz	17	15	03.4	94	22	39.3	82
<i>H. uxpanapensis</i> Gutiérrez Báez	Silvestre	Uxpanapa	Veracruz	17	15	06.2	94	23	16.4	73
<i>H. librata</i> Griggs	Silvestre	Ejido A. Obregon	Veracruz	17	17	46.7	94	35	34.7	74
<i>H. uxpanapensis</i> Gutiérrez Báez	Silvestre	Uxpanapa loc 12	Veracruz	17	13	13.2	94	8	40.6	90
<i>H. spissa</i> (Griggs) Standl.	Silvestre	Ocosingo	Chiapas	16	58	02.9	92	6	09.4	1193
<i>H. champneiana</i>	Silvestre-fomentada	Palenque	Chiapas	17	23	42.1	91	59	38.8	298
<i>H. champneiana</i>	Silvestre-fomentada	Palenque	Chiapas	17	23	42.1	91	59	38.8	309
<i>H. vaginalis</i> Benth. subsp. <i>Mathiasiae</i> (G. S. Daniels & F. G. Stiles) L. Anders.	Silvestre	Palenque	Chiapas	17	23	48.4	91	39	23.2	309
<i>H. bihai</i>	Domesticada	Cuetzalan	Puebla	20	1	50.5	97	31	12.8	915
<i>H. bourgaeana</i> Petersen	Domesticada	Cuetzalan	Puebla	20	2	52.3	97	32	26.8	705
<i>H. bourgaeana</i> Petersen	Domesticada	Cuetzalan	Puebla	20	3	18.3	97	32	02.03	602
<i>H. bihai</i>	Domesticada	Cuetzalan	Puebla	20	3	33.8	97	31	36.4	514
<i>H. bihai</i>	Domesticada	Aguapan	Puebla	20	3	07.0	97	31	54.3	590
<i>H. collinsiana</i> Griggs var. <i>Collinsiana</i>	Silvestre-fomentada	Rosario Izapa	Chiapas	14	57	45.20	92	9	17.94	402
<i>H. adflexa</i> (Griggs) Standl.	Silvestre	Talquian	Chiapas	15	5	53.9	92	5	1.9	1922
<i>H. latispatha</i> Benth	Silvestre-fomentada	Rosario Izapa	Chiapas	14	58	2.97	92	9	19.69	419
<i>H. adflexa</i> (Griggs) Standl.	Silvestre	Toquian de las nubes, Unión Juárez	Chiapas	15	5	3.44	92	7	37.04	1440
<i>H. spissa</i> (Griggs) Standl.	Silvestre	Matias Romero	Oaxaca	17	5	55.5	94	56	42.9	161
<i>H. spissa</i> (Griggs) Standl.	Silvestre	Matias Romero	Oaxaca	17	5	46.5	94	57	12.8	126
<i>H. Aurantiaca</i> Ghiesbr. ex Lem.	Silvestre	Palenque	Chiapas	17	19	25.6	92	3	31.6	50
<i>H. Aurantiaca</i> Ghiesbr. ex Lem.	Silvestre	Lacanjá	Chiapas	16	48	14	91	5	20.9	426
<i>H. librata</i> Griggs	Silvestre	Lacanjá	Chiapas	16	46	35	91	5	47.3	414

rojas, anaranjadas y amarillo con rojo, se encontraron a una altitud de 200 a 596 m, expuestas directamente al sol; además, se les observó en traspatio y cafetales, en suelos con pH de 4.8 a 7; y es común encontrarlas junto con *H. latispatha*. Debido a su tipo de crecimiento amacollado forma poblaciones compactas (Figura 2, 3 y 4).

H. collinsiana, var. velutina, habitan desde Guatemala a Nicaragua (Ferreira, 2007); ejemplares consultados en la base de datos del herbario Missouri Botanical Garden refieren que habitan en el sur de Guatemala a 1200 m, las cuales son plantas de hasta 6 m de alto con inflorescencia pendular vellosa, raquis rojo, flexuoso y brácteas rojas helicoidales. En la presente recolecta se encontraron ejemplares con esta misma característica en el municipio de Villa Corzo, Chiapas y se observaron creciendo en la reserva de la biosfera del volcán Tacaná, Chiapas. Son plantas con inflorescencia pendular, helicoidal, con vellosidad, prefieren un porcentaje de 50% de sombra. A diferencia de *H. collinsiana* no presenta polvillo blanco en el envés de sus hojas. Debido a sus rizomas de tipo paquimorfo forman poblaciones amacolladas con escasos número de individuos en suelo con pH de 4.85. Las plantas conservadas en el banco de germoplasma del INIFAP ubicada a 438 m no crecen más de 2 m, pero emiten inflorescencias de tonalidad roja, son vellosas, sin polvillo blanco, lo cual sugiere que esta característica no está influenciado por el ambiente (Figura 2, 3 y 4).

H. bourgaeana Petersen, habita desde México a Honduras (Ferreira, 2007), son hierbas de 1 a 5 m de alto, con inflorescencias de crecimiento erecto, brácteas rojas, rosas o "carmesí", crecen bajo sombra de hasta 50% (Berry y Kress, 1991). Presenta brácteas profundas que almacenan agua fétida, habitan en Veracruz, Puebla, Tabasco y Oaxaca, desde 100 a 1350 m (Gutiérrez, 2000). Las plantas de brácteas rojas se recolectaron en Veracruz, en la selva alta perennifolia a una altitud de 705 m, y en el Norte de Puebla, se recolectaron plantas con inflorescencias de color rosa (rojo pálido) y verde claro; sin embargo, es importante mencionar que no existe reporte de heliconia verde claro, por lo que se considera puede haber sido un

mutante de heliconia rosa, ya que presentan similitudes morfológicas y ambos tipos no rebasan los tres metros (Figura 2, 3 y 4).

H. uxpanapensis Gutiérrez Báez. Es una especie endémica de México que se distribuye en los estados de Veracruz, Tabasco y Chiapas, plantas de 1 a 6 m de alto, inflorescencia erecta con espatas dísticas de color rojo, habitan desde los 0 a 920 m (Gutiérrez, 2000). Se recolectaron ecotipos con inflorescencias de color rojo y anaranjado tanto del raquis y brácteas, asociados en una misma población. Crecen en poblaciones grandes, cubriendo áreas continuas de hasta una hectárea, bajo sombra al 30% aproximadamente o sol directo, a una altitud de 82 a 100 m, en suelos preferentemente ácidos, desde los 4.3 a 6.25, con materia orgánica de 2.3% a 4.77%, en suelos propensos a la inundación, cerca de corrientes de agua, en áreas de pastizales y agrícolas, lo que sugiere porqué estas poblaciones han sido fuertemente fragmentadas exponiéndose a la erosión genética. Es importante mencionar que después de un año se visitó nuevamente algunas poblaciones y ya no se encontraron, lo cual demuestra que están expuestas totalmente a los cambios de uso de suelo (Figura 2, 3 y 4). Se registró una variante de heliconia que presenta características morfológicas intermedias entre *H. latispatha* y *H. uxpanapensis*, lo cual sugiere se trate de un híbrido natural, ya que estas dos especies conviven en el mismo espacio. Sus rizomas, intermedias entre leptomorfo y paquimorfo, tallos color café, delgados, hojas verde claro, inflorescencia erecta helicoidal anaranjado en el exterior y rojo en el interior, brácteas alargadas, los hace similares a *H. latispatha*, mientras que su altura de hasta 6 m y número de brácteas de 11-15 los relacionan con *H. uxpanapensis*; su principal distintivo es que florece todo el año. Se encontró un único macollo en floración.

H. champneiana Griggs. Berry y Kress (1991) y Ferreira



(2007), mencionan que esta especie habita de México al Salvador y se reconocen dos ecotipos "Maya blood y Maya gold" los cuales presentan inflorescencia erecta con 5 a 13 ó 6 a 15 brácteas dísticas. No existe suficiente información sobre los lugares en que habitan en México, sin embargo, Santos (2007) reconoció esta especie en la región de Chajul en la selva lacandona de Chiapas. En la presente recolecta se obtuvieron ejemplares en la zona norte de Chiapas, cercana a la zona arqueológica de Palenque, forma poblaciones medianas a extensas en el interior de la selva, sus inflorescencias son amarillas con matices de color rojo cuando jóvenes y el color se intensifica cuando adultas. Su belleza le ha valido que se hayan extraído de su hábitat original y cultiven asociadas a especies y variedades comerciales; los suelos donde habitan tienen un pH ligeramente ácido a neutro de 6.89 a 7.03 (Figura 2, 3 y 4).

H. spissa (Griggs) Standl. Es una especie que se encuentra de México a Costa Rica (Berry y Kress 1991; Ferreira, 2007). Son plantas de tipo musoide, viven bajo 30% sombra con brácteas de color verde claro o rojo (Berry y Kress 1991). Se recolectaron ejemplares de brácteas y raquis rosada y roja, ambos con matices blancos en el ápice; se recolectaron en altitudes de 1193 y 1270 m. Los ecotipos de zona bajas se encuentran expuestas a la fragmentación de sus hábitats ya que se encontraron como macollos individuales; sin embargo, en la zona de transición entre la selva y selva baja caducifolia se asocian con *H. collinsina* y *H. latispatha*. Los ecotipos de montaña crecen entre el bosque asociados con pino y forman poblaciones reducidas a macollos individuales (Figura 2, 3 y 5).

H. adflexa (Griggs) Standl. Kress (1991) y Ferreira (2007) es una planta tipo musoide que se distribuye de México a Honduras; en los herbarios se reporta recolectada en los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz. Son hierbas de 1 a 4 m de alto, se caracteriza por su inflorescencia de crecimiento erecto, de forma triangular, con brácteas color rojo intenso, a una altitud de 1150 a 1600 m (Gutiérrez, 2000); las accesiones recolectadas confirman estas características y se colectaron en altitudes de 1440 m en Villa Corzo, Chiapas, y a 1922 m en Unión Juárez, Chiapas. Forman poblaciones de escasos macollos, en ocasiones se les encuentra individualmente, prefieren sombra de hasta un 50%. Generalmente se encontraron en áreas naturales protegidas, el colorido intenso de sus brácteas resalta entre la vegetación propia de montaña (Figura 2, 3 y 5).

H. librata Griggs. Habita desde México a Nicaragua (Ferreira, 2007), son plantas de tipo musoide con 14 a 18 brácteas amarillas, algunos ecotipos con infusiones anaranjados sobre las brácteas, especialmente en inflorescencias jóvenes, habitan hasta bajo 40% de sombra (Berry y Kress 1991). En México se registran desde Oaxaca, Veracruz, Tabasco y Chiapas (Gutiérrez, 1996). Esta especie es relativamente fácil de clasificar por su inflorescencia triangular, se recolectaron en Veracruz y Chiapas a 74 m y 444 m, en sombra de hasta 50%, se encuentran integradas en macollos o pequeñas poblaciones entre la selva y plantaciones de hule, prefiere suelos con pH de 6.03. Se colectaron ecotipos con inflorescencia de brácteas amarillas y jaspeadas (Figura 2, 3 y 5).

H. aurantiaca Ghiesbr. ex Lem. Se distribuyen desde México a Panamá (Ferreira, 2007), habitan bajo 10% a 40% de sombra, poseen 3 a 6 brácteas anaranjadas con puntas verdes pálidas con raquis naranja tornándose verde, vegetación zingiberoide (Berry y Kress, 1991). Gutiérrez (1996) menciona que *H. aurantiaca* se encuentra en Tabasco y selvas de Chiapas, generalmente en límites con Guatemala. Meave (2008), confirma la presencia de esta especie dentro del área del parque nacional Yaxchilan, Chiapas. Se recolectaron ecotipos con brácteas de color naranja en áreas cercanas a las zonas arqueológicas ya que no se aprecian fácilmente en áreas libres, las plantas forman macollos individuales, en estado de madurez avanzado, las brácteas se tornan de color verde. Se recolectaron a una altitud de 50-426 m (Figura 2 y 5).

H. vaginalis Benth. subsp. *mathiasiae* (G. S. Daniels & F. G. Stiles) L. Anders. Habita desde el sureste de México a Nicaragua, crecen a sol directo o bajo sombra de 50% (Berry y Kress, 1991). Las muestras herborizadas refieren que en México se localizan en Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas; mientras que Gutiérrez (1996) refiere que también se encuentran en Guerrero. Presenta flores pequeñas similares en tamaño con *H. aurantiaca*, a diferencia del anterior posee brácteas rojas y flores amarillas vistosas, son de similar tamaño a las brácteas. La planta es de tipo zingiberoide y se encuentra en macollos aislados, por lo que es posible que el efecto de la fragmentación esté dañando la supervivencia de esta especie, ya que en varios sitios visitados ya no fue posible encontrarlos. El suelo del hábitat para esta especie es de 7.03 de pH, lo cual comparte valores similares a 6.89 y 7.02 de *H. champneiana*, por ello se

encontraron en la misma zona (Figura 2, 3 y 5).

H. latispatha Benth. Es una especie que se extiende desde México hasta Brasil (Ferreira, 2007), sus inflorescencias son de diferente tamaño, brácteas de color amarillo predominante, también anaranjado o la combinación de rojo y amarillo; toleran el sol directo pero habitan también bajo un 50% sombra (Berry y Kress, 1991). En la costa del Golfo de México se distribuyen desde el norte de Veracruz, Tabasco y Campeche y en la costa del pacífico de Oaxaca a Chiapas (Gutiérrez, 2000). Se recolectaron inflorescencias con brácteas de color amarillo, naranja y amarillo con rojo, se registraron formando grandes poblaciones, ya que por su rizoma de tipo leptomorfo, diferente a las demás especies recolectadas le confiere características invasivas, crecen en condición parcial de sombra y a luz directa, en orilla de carreteras, caminos, arroyos o ríos y en zonas de pastizal, por su rápida multiplicación es considerada maleza en áreas de cultivo. Las accesiones se ubicaron de sitios desde 35 m a 419 m, y en zonas altas

se asocia con *H. uxpanapensis*; *H. champneiana* y *H. collinsiana* (Figura 2, 3 y 5).

H. bihai L., es una especie introducida subcultivada; originaria de Brasil, Colombia, Jamaica y Haití (Berry y Kress 1991); y al igual que ésta, muchas se han introducido a México con fines comerciales o de colección; este flujo de materiales se ha realizado por años de las cuales no se tiene registro. La zona norte del estado de Puebla, la cultura náhuatl mantiene un sistema agroforestal denominado "jardines productivos" (Toledo, 2005) donde las especies que asociadas con el café son silvestres, toleradas y plantadas, entre ellas más de diez formas y colores entre las que destacan especies silvestres, todas ellas para su uso ceremonial. En este trabajo se recolectaron tres variedades de *H. bihai*, y son materiales que por varios años han sido fomentados, seleccionados, conservados y algunos pueden derivarse de semillas; todos son de crecimiento erecto, una posee brácteas y raquis de color rosa, otra de color blanco o verde claro y otra con dos colores en la bráctea, rosa en la

base y anaranjado en el ápice. Los suelos registran pH de 5.01 a 5.33, a una altitud de 515 a 914 m (Figura 2, 3 y 4).

CONCLUSIONES

El cambio de uso del suelo ha provocado fragmentación de áreas selváticas razón por la cual los individuos de *Heliconia* L., sugeridos en las fuentes de consulta no coincidieron con los registrados en las actividades de recolecta; no obstante estas referencias sirvieron para continuar su búsqueda en sitios menos perturbados. Es necesario la recolecta de especies endémicas como *H. mooreana* y *H. schiedeana*, con la finalidad de rescatarlas y generar conocimientos que permitan su aprovechamiento. La conservación *in situ* juega un papel relevante en la conservación de estas especies, sin embargo, para su estudio y aprovechamiento es necesario la complementación de la conservación *ex situ*.

LITERATURA CITADA

Berry F. y Kress W.J. 1991. *Heliconia: an identification guide*. Smithsonian Institution Press, Washington and London, 1991, p. 334.

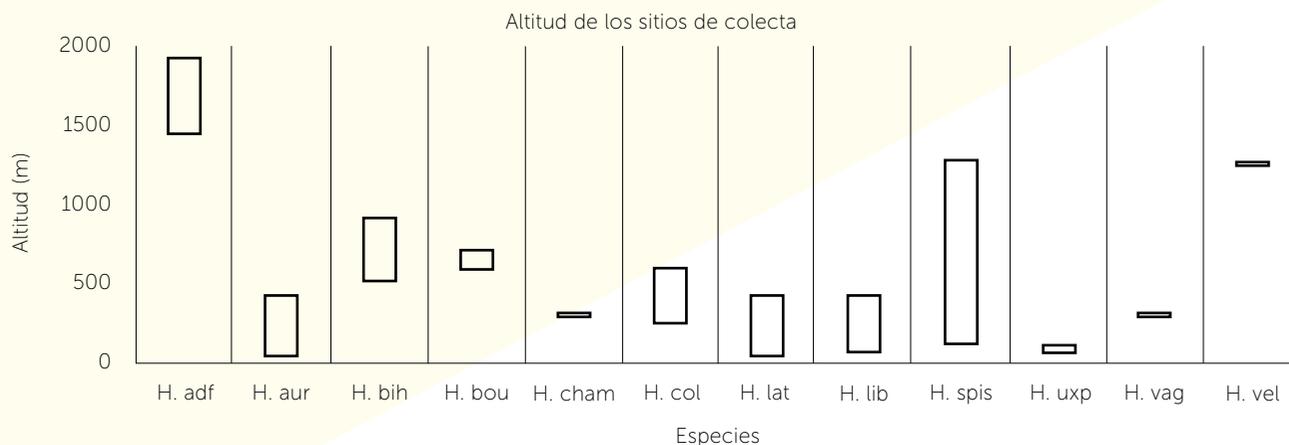


Figura 2. Altitud del suelo donde fueron colectadas las accesiones de heliconias. (adf=*H. adflexa*; Aur=*H. aurantiaca*; cham=*H. champneiana*; col=*H. collinsiana*; lat=*H. latispatha*; lib=*H. librata*; spis=*H. spissa*; vag=*H. vaginalis*; vel=*H. collinsiana velutina*; bou=*H. bourgaeana*; xup=*H. uxpanapensis*; bih=*H. bihai*).

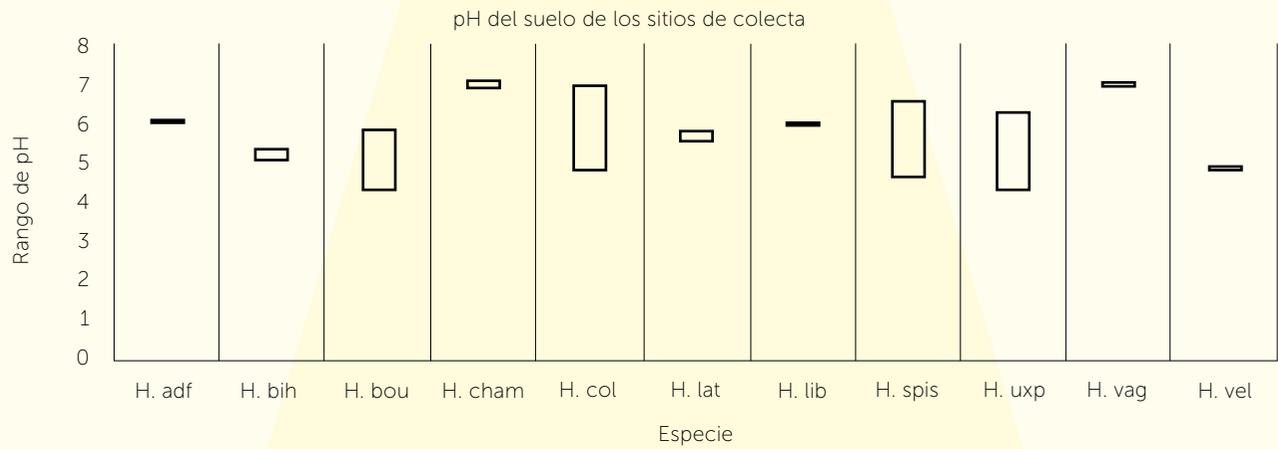


Figura 3. pH del suelo donde fueron colectadas las accesiones de heliconias. (adf=*H. adflexa*; Aur=*H. aurantiaca*; cham=*H. champneiana*; col=*H. collinsiana*; lat=*H. latispatha*; lib=*H. librata*; spis=*H. spissa*; vag=*H. vaginalis*; vel=*H. collinsiana* velutina; bou=*H. bourgaeana*; uxp=*H. uxpanapensis*; bih=*H. bihai*).

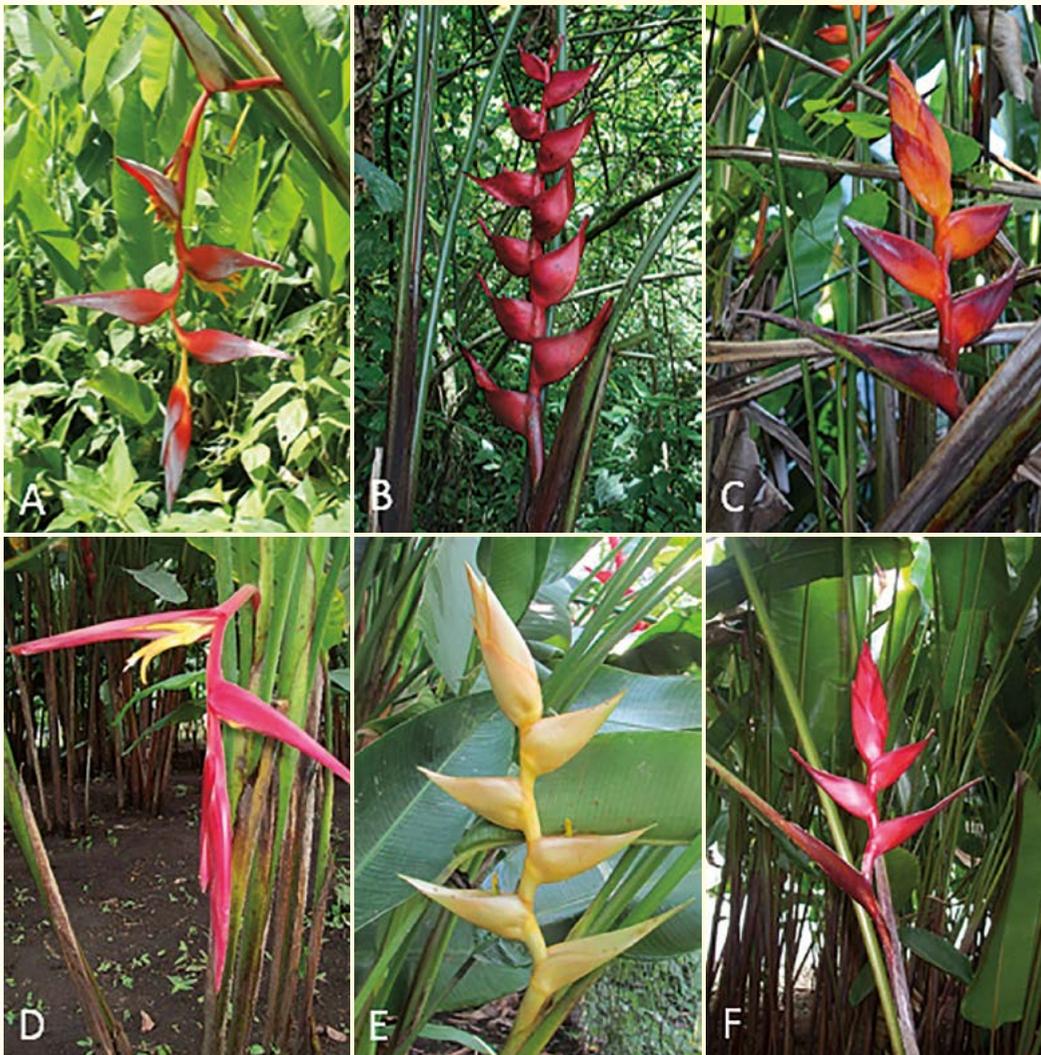


Figura 4. A: *H. collinsiana* Griggs var. *Collinsiana*, B: *H. bourgaeana* Petersen, C: *H. champneiana*, D: *H. collinsiana*, Var. *Velutina*, E: *H. bihai*, F: *H. uxpanapensis* Gutiérrez Báez.



Figura 5. G: *H. adflexa* (Griggs) Standl., H: *H. librata* Griggs, I: *H. latispatha* Benth, J: *H. spissa* (Griggs) Standl., K: *H. aurantiaca* Ghiesbr. ex Lem. y L: *H. vaginalis* Benth. subsp. *Mathiasiae* (G. S. Daniels & F. G. Stiles) L. Anders.

Castillo C.G. 2003. Flora y vegetación de la sierra Cruz Tetela, Veracruz, México. *Polibotánica*, 15: 41-87.

Challenger A., Soberón J. 2008. Los ecosistemas terrestres, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 87-108.

Engels J.M.M., Visser L. (eds.). 2003. Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. *Manuales para Bancos de Germoplasma* No. 6. Bioversity International, Roma, Italia.

Ferreira De C.C.E., May A., Gonçalves C. 2007. Atualização da nomenclatura de espécies do gênero *Heliconia* (Heliconiaceae). *Artigo de revisão*.

Revista Brasileira de Horticultura Ornamental 13(1): 38-62.

Gutiérrez B.C. 1996. Heliconiaceae de México (los platanillos). *La Ciencia y el Hombre* 22: 119-148.

Gutiérrez B.C. 2000. Flora de Veracruz, fascículo 118. Instituto de Ecología A.C. y University of California, Riverside, CA. 30 p.

Meave J.A., Romero R.M.A., Valle D.A., Rincón G.A., Martínez E., Ramos C.H. 2008. Plant diversity assessment in the yaxchilán natural monument, Chiapas, Mexico. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 83: 53-76

Núñez F.J., Tapia L.R. 2010. Conservación y restauración: la fragmentación del hábitat y la biodiversidad genética

de la selva húmeda tropical. OIKOS, Instituto de ecología UNAM, 2: 4-6.

Santos B.A., Lombera R., Benítez M.J. 2009. New records of *Heliconia* (Heliconiaceae) for the region of Chajul, Southern Mexico, and their potential use in biodiversity-friendly cropping systems. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 857- 860

Toledo M.V.M. 2005. Potencial económico de la flora útil de los cafetales de la sierra norte de Puebla. Universidad de Nacional Autónoma de México. Centro de investigaciones en ecosistemas. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. AE019. México, D.F.

GUSTOS Y PREFERENCIAS DEL CONSUMO DE CERVEZA ARTESANAL: CASO MICROEMPRESA PRODUCTORA EN TEXCOCO ESTADO DE MÉXICO

LIKES AND PREFERENCES OF ARTISANAL BEER CONSUMPTION: THE CASE OF A PRODUCING MICROENTERPRISE IN TEXCOCO, ESTADO DE MEXICO

Sánchez-Romero, L. A.¹; Guajardo-Hernández, L. G.¹; Almeraya-Quintero, S. X.^{*1}; Pérez-Hernández, L.M¹; Guajardo-Hernández I.²

¹Estudios del Desarrollo Rural, Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, México. ²División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato, campus Irapuato-Salamanca, Ex-Hacienda el Copal Km. 9 Carretera Irapuato-Silao, Irapuato, Guanajuato.

***Autor de Correspondencia:** xalmeraya@colpos.mx

RESUMEN

La cerveza artesanal ha promovido grandes expectativas de desarrollo para quien la produce y como producto diferenciado para quien lo demanda, regidos por criterios de calidad, inocuidad, conveniencia y nutrición. El consumidor de cerveza artesanal es más exigente, ya que busca las bondades, estilos, creatividad e innovación del producto. El objetivo de esta investigación fue identificar los gustos y preferencias de los consumidores de cerveza producida en una microempresa artesanal, con el fin de identificar áreas de mejora y desarrollar nuevos estilos que compitan en el mercado. Se aplicaron de 102 encuestas semi estructuradas con un muestreo no aleatorio a los clientes del mercado meta, esta se realizó puntos de venta localizados en Texcoco y la Ciudad de México. Los resultados indicaron que existe aceptación del producto; los clientes están dispuestos a consumir cerveza artesanal de una a dos veces por mes con una correlación directa a su ingreso.

Palabras Clave: desarrollo, malta, mercado.

ABSTRACT

Artisanal beer has promoted huge expectations for development for those who produce it, and as a differentiated product for those who demand it, ruled by criteria of quality, innocuousness, convenience and nutrition. The artisanal beer consumer is more demanding, since he/she seeks the goodness, styles, creativity and innovation of the product. The objective of this study was to identify the likes and preferences of consumers of beer produced by an artisanal microenterprise, with the aim of identifying areas for improvement and developing new styles that compete in the market. With a non-random sample, 102 semi-structured interviews were applied to clients in the meta-market, in sales point located in Texcoco and Mexico City. The results indicate that there is acceptance of the product; clients are willing to consume artisanal beer once or twice per month with a direct correlation to their income.

Keywords: development, malt, market.



INTRODUCCIÓN

En el año 2000 la producción mundial de cerveza fue de 1 275 423 millones de hectolitros (hl), sin embargo en el 2011 fue de 1 713 411 millones de hl, equivalente a un crecimiento del 27.85%. Ésta producción está dominada por el país de China con 489 880 millones de hl, seguida por Estados Unidos con 225,330 millones, Brasil con 133,000 millones, Rusia con 98,140 millones, Alemania 95,545 millones, México con 81,500 millones de hl, Ucrania con 56,000 millones hl, Polonia con 37,850 millones hl, y en el décimo lugar España con una producción de 33,600 millones de hl (The Barth-Haas Group, 2011). En el continente Americano Estados Unidos tiene una participación en el valor de mercado del 55.8%, seguida por Brasil con el 16.6%, México con 14.4%, Canadá 8.1% y el resto de los países americanos con el 5.1% (MarketLine, 2014), es decir que el mercado en América Latina está incrementando sus ventas.

México se coloca en el primer lugar como exportador de cerveza en el mundo, con presencia en más de 180 países, seguido por Holanda y Bélgica; y es el principal proveedor de Estados Unidos; el segundo de Australia, Chile, Guatemala y Argentina; el tercero de Canadá; y el cuarto de China y Japón (The Barth-Haas Group, 2011). Estados Unidos es el principal importador de la cerveza mexicana con el 86% del total de las exportaciones cerveceras y el 14% de otros países (Cerveceros de México, 2014). México cuenta con dos grandes cerveceras industriales; la Cuauhtémoc-Moctezuma y Grupo Modelo, estas fueron compradas por capitales extranjeros en su mayor parte, aumentando las inversiones y exportaciones hacia el mundo. Respecto al mercado nacional, ha tenido un crecimiento acelerado, con mayor presencia del Grupo Modelo y Cuauhtémoc-Moctezuma (duopolio), que acaparan el 99% del mercado nacional, sin embargo las cervecerías más pequeñas, tales como, las "micro cervecerías artesanales" se han posicionado con alrededor del 1% en el mercado doméstico (Cerveceros de México, 2014). Según Treviño (2014) este punto porcentual tiene un crecimiento de la demanda nacional promedio anual del 55% en los últimos cinco años, que responde a un desarrollo más que deseable en el mercado de la cerveza artesanal (Treviño, 2014). A partir de 1995 en México surge el movimiento cervecero artesanal mexicano, con la fundación de las primeras micro cervecerías en el país, y obtienen un reconocimiento regional y aceptación por los consumidores (Cerveceros de México, 2014), quienes crean la demanda por productos diferenciados y

regidos por criterios de calidad, inocuidad, conveniencia y nutrición (Brambila, 2006). Lo anterior es aprovechado por las micro cervecerías artesanales como una oportunidad de crecimiento, además de aportar nuevos productos, creativos, que atraen nuevos clientes al sector, es decir que la demanda se crea y no se disputa (Kim, 2005). Las micro cervecerías que no han aportado estos elementos al consumidor terminan por cerrar; es decir, cada día el consumidor es más exigente y está convencido de las bondades que tiene cada cerveza arte-

sanal de su preferencia. Los micro cerveceros artesanales contribuyen al desarrollo, entendiéndolo como un proceso de transformación de los bienes de vida y bienestar de su población. De esta forma las cervecerías, como lo señala Guajardo (2014) pone énfasis en mejorar la calidad, innovación y creatividad del producto que ofrecen para ser exitosas y contribuir al desarrollo.

De acuerdo a Almeraya (2011), el desarrollo se logra a través de acumular capital, productividad y competitividad, creación de demanda, o integración a la competencia del producto producido, lo cual genera empleos y derrama economía localmente, aunado a la calidad, innovación y creatividad del producto, así como, a condiciones de eficiencia, flexibilidad y rapidez (Guajardo, 2014). Un elemento principal son las ventajas competitivas que puede tener un producto frente a otro (Porter, 2007; Álvarez, 2007), es decir, el valor que la micro cervecería genera en cada uno de sus cervezas la diferencia de las demás. Esta ventaja lleva a la microempresa a crear el valor del producto y el consumidor decide si es "valorado" o no a través de su compra, por lo tanto se crean niveles aceptables de producción y productividad, así como, de bienestar familiar vía el fortalecimiento de la economía local. Por lo anterior, una microempresa planeada y estructurada tiene elementos que la pueden llevar a la consolidación y éxito sin dejar el estudio del mercado meta al que va dirigida su producción. El objetivo de esta investigación fue identificar los gustos y preferencias de los consumidores de una microempresa productora de cerveza artesanal con el fin de diseñar mejoras y desarrollar nuevos estilos para competir en el mercado.



MATERIALES Y MÉTODOS

La microempresa productora de cerveza artesanal “**Cervecería Texcoco Mystic Ale**” (TMA) está situada en la Ciudad de Texcoco del Estado de México, y su ubicación dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), facilita la comercialización y distribución de la cerveza artesanal en el municipio y Ciudad de México. Texcoco está ubicado al oriente del Estado de México (19° 31' 46" N; 98° 53' 48" O), a una altitud de 2247 m y una extensión territorial de 418.69 km² (INEGI, 2010).

La Cervecería TMA distribuye su producto en el Municipio de Texcoco, donde aprovecha la cercanía de la planta con sus clientes de la ciudad para posicionar el producto en su propio mercado, a través de tiendas de especialidad, restaurantes y bares, ya que no existe otra cervecería artesanal en el municipio, además de la Delegación Cuauhtémoc en el Distrito Federal, a través de tiendas gourmet, restaurantes y bares. El estudio de esta investigación se sustentó en un método cualitativo (Hernández S., 2010), que implementa una estrategia de segmentación de mercado de acuerdo a la concentración del mismo (Fernández, 2002), es decir, a la disposición que tiene el consumidor ante la posible compra de cerveza artesanal TMA. La investigación se realizó en la Ciudad de Texcoco, Estado de México y en la Delegación Cuauhtémoc, de la Ciudad de México, considerando al consumidor de cerveza artesanal marca Cervecería Texcoco Mystic Ale como sujeto de estudio en las localidades en mención caracterizadas como Grupo I para la Ciudad de Texcoco, y Grupo II para la Ciudad de México como mercado meta.

Se aplicó un cuestionario semi estructurado con un tamaño de muestra de 102 encuestas con un muestreo no aleatorio (Levin y Rubin, 1998) a clientes que frecuentan los puntos de venta y consumen la marca Cervecería TMA en restaurantes, bares y tienda de especialidad. En la Ciudad de Texcoco se aplicaron 50 encuestas y en la Delegación Cuauhtémoc 52. En un periodo de abril a mayo del 2015. La información recabada en el trabajo de campo fue complementada con fuentes bibliográficas. Los criterios para el estudio se basaron en un análisis estratificado a través de la edad de población meta, tales como, Estrato I: 18-29 años, Estrato II: 30-40 años y Estrato III: mayor a 40 años; y los clientes fueran consumidores de la cerveza artesanal en mención. La información general de la encuesta aportó datos socioeconómicos, gustos y preferencias, sugerencias al productor. El análisis estadístico se realizó a través de hojas de cálculo

en Microsoft office en Excel, a fin de utilizar un apartado correspondiente para cada tipo de información, separándolas con datos generales, percepciones de gustos, preferencias y recomendaciones al productor. La edición de las bases de datos permitió analizar el mercado a través de la matriz DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) (Porter, 2003; Álvarez, 2007), lo cual permitió construir las ventajas comparativas dentro de su mercado y de las características internas de la misma cervecería.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Cervecería Texcoco Mystic Ales, ofrece productos tales como, Psicosis (American IPA), Báthory (Russian Imperial Coffee Stout), Demencia (Black IPA) y Gótica (American Porter) (Saez, 2012), a través de tiendas de especialidad, restaurantes y bares, cada uno de estos lugares cuenta con extensa gama de cervezas artesanales, diversidad de estilos y marcas que proporciona al consumidor final para degustarlas. Entre estas no existe una competencia, debido a la particularidad de cada receta y sazón en cada etiqueta que marca la diferencia, además de crear su propia demanda (Kim y Mauborgne, 2005).

La distribución demográfica poblacional se identificó con una edad mínima de 18 años, máxima de 53 años, con edad promedio para el grupo I de 29 años, mientras que en el grupo II fue de 34 años, con una distribución de género equivalente a 1:1. Cabe mencionar que el 86% y 40% de los grupos respectivos registraron ser solteros y se encuentran en el estrato I. Según INEGI (2010) la distribución es muy similar a la encuesta realizada en ambas localidades. El nivel socioeconómico de los entrevistados en el grupo I, fue de medio y medio alto, con actividad laboral asalariada, o profesional registrando un 26% en ambos niveles. En el grupo II la relación fue de 52% con actividad de asalariado, y 19% con actividad profesional. De los entrevistados del grupo I, 82% cuentan con nivel licenciatura, mientras que en el Grupo II se registró 63% en el mismo nivel, seguido 23% con estudios de posgrado, sugiriendo una correlación trabajo-profesión, es decir ingresos-bienestar (Parkin, 2010).

La población del grupo I radica en Texcoco (94%), otros clientes (6%) visitan dicha ciudad de municipios vecinos, debido a que no encuentran la cerveza artesanal en sus localidades, además los lugares de venta son tranquilos y seguros. En el grupo II, los consumidores (38.5%) radica en otros municipios del Estado de México, esto tiene relación con el desplazamiento que realizan para

actividades laborales y buscan esparcimiento social con amigos y compañeros de trabajo. La diferencia son las personas que radican en la Ciudad de México con 61.5%.

El Cuadro 1 muestra la preferencia de cerveza artesanal que existe con relación a la calidad, innovación y sabor del producto. Otros consumidores eligen la cerveza convencio-

nal porque le atañen al precio, atribuido al factor ingreso económico y actividad laboral. Esta percepción se vió reflejado en el estrato 1 grupo I y estrato 2 grupo II, donde se registró la mayor participación de clientes.

Cuadro 1. Consumo de cerveza artesanal versus convencional.

Estrato	Grupo I (%)		Grupo II (%)	
	Artisanal	Convencional	Artisanal	Convencional
1	40.0	22.0	19.2	19.2
2	24.0	12.0	26.9	5.8
3	2.0	0.0	23.1	5.8
%	66.0	34.0	69.2	30.8

Fuente: Elaboración propia, 2015.

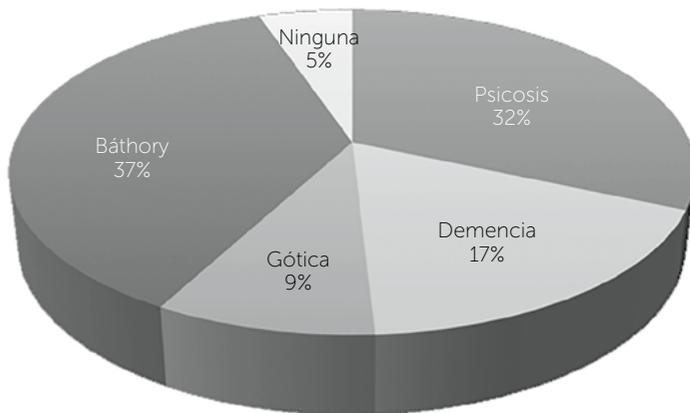


Figura 1. Gustos y preferencias de consumidores de cerveza TMA de Texcoco. Nota: Los clientes responden a más de una opción, se considera el 100% de respuestas. Fuente: Elaboración propia, 2015.

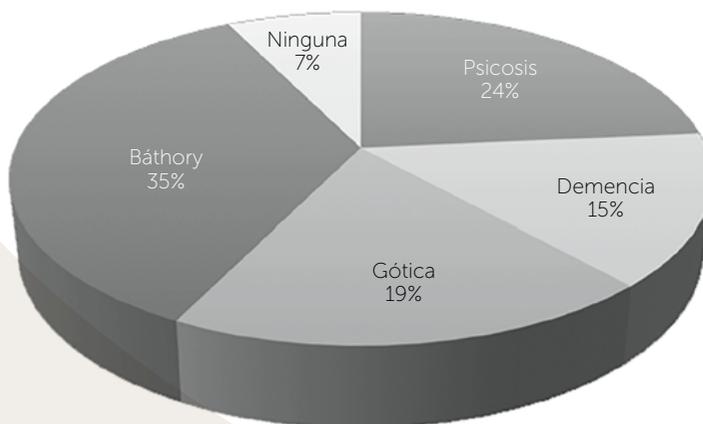


Figura 2. Gustos y preferencias de consumidores de cerveza TMA de Cd. de México. Nota: Los clientes responden a más de una opción se considera el 100% de respuestas. Fuente: Elaboración propia, 2015.

En Texcoco, los clientes de la marca Cervecería TMA prefieren consumir cerveza artesanal Báthory por sabor y calidad, mientras que la cerveza Psicosis, la consumen por sabor, aroma y calidad en sus materias primas, además los clientes valoran el trabajo artesanal por lo que están dispuestos a pagar su valor. En menor proporción consumen Gótica y Demencia, ya que les atribuyen sabores muy fuertes (Figura 1).

En la Ciudad de México la tendencia fue similar (Figura 2), debido también a la altitud de las dos localidades de estudio, ya que en lugares de climas frescos la tendencia de consumo son las cervezas estilo Stout el Imperial Indian Pale Ale (IPA). Sin embargo, como las cervezas Lager son más ligeras, menos alcohólicas y más refrescantes, hacen que se consuman en lugares cálidos.

Los clientes entrevistados de la Ciudad de Texcoco (5%) y Ciudad de México (7%) refieren que no fue de su agrado la cerveza artesanal TMA, porque esta bebida está muy alcoholizada y prefieren una más ligera. Sin embargo, en el grupo I están dispuestos a consumirla una vez por semana (46%), seguido por un consumo quincenal con relación al pago de su salario (24%). El grupo II, refiere su consumo de forma mensual (51.9%) y dos veces al mes (32.7%) con relación al salario o pago de becas (Cuadro 2). Cabe mencionar que en los grupos I y II el consumo promedio se realiza en bares (48.15%), restaurantes (28.5%)

Cuadro 2. Frecuencia de consumo de cerveza artesanal.

Estrato	Grupo I (%)				Grupo II (%)			
	una vez/mes	dos veces/mes	una vez/semana	tres veces/semana	una vez/mes	dos veces/mes	una vez/semana	tres veces/semana
Estrato 1	16	14	26	6	32.7	3.8	1.9	
Estrato 2	8	10	18		9.6	17.3	3.8	1.9
Estrato 3			2		9.6	11.5	3.8	3.8
%	24	24	46	6	51.9	32.7	9.6	5.8

Fuente: Elaboración propia, 2015

y tiendas de especialidad (20.05%) y otros entrevistados refieren el consumo en festivales cerveceros (2.92%) que visitan por curiosidad.

En Texcoco cada vez que un consumidor frecuenta un punto de venta y adquiere cerveza artesanal, registra un consumo promedio de \$222.00 equivalente a dos a tres cervezas por visita, alcanzando un consumo de hasta siete unidades equivalente \$321.00 por visita. El motivo de consumo registrado es porque están más cerca de casa. En la Ciudad de México los clientes ingieren de una a dos cervezas por visita con un consumo promedio de \$159.00, debido a que radican fuera de la Ciudad de México (38.46%) y lo combinan con alimentos. Del total de los encuestados en el grupo II, nueve mencionaron estar dispuestos a consumir hasta cuatro cervezas, sin correlacionar el precio, sino porque es una bebida para degustar y acompañar con un buen alimento (Figura 3).

El grupo I, 54% sugiere cambios en la etiqueta porque la presentación no invita a consumir por la agresividad de estas, no impacta confianza y por lo tanto no es de su agrado visual. Respecto al producto los consumidores sugieren se produzca cerveza en barril, además de un tipo más ligero y estilos diferentes ya que consideran las cervezas de TMA como un producto de alta calidad (16%) (Figura 4).

En el grupo II, 21% de los clientes mencionaron que no fue de su agrado la etiqueta, el producto es de excelente calidad, sin embargo la relación etiqueta-producto lo demerita, por lo que el precio es alto (Figura 5).

A través de un distribuidor mayorista se revisaron los precios de venta de diferentes cervezas artesanales en presentación de 355 ml unidad⁻¹, obteniendo un precio promedio de venta por unidad a mayorista de \$35.22, un



Figura 3. Consumidores de cervezas artesanales.

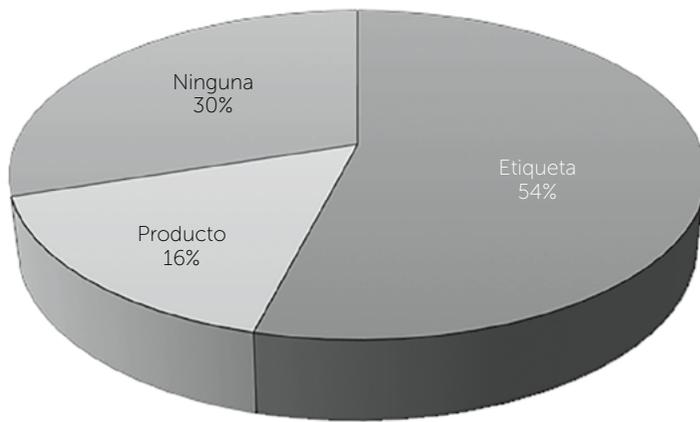


Figura 4. Sugerencias del consumidor a la cerveza de TMA-Texcoco. Fuente: Elaboración propia, 2015.

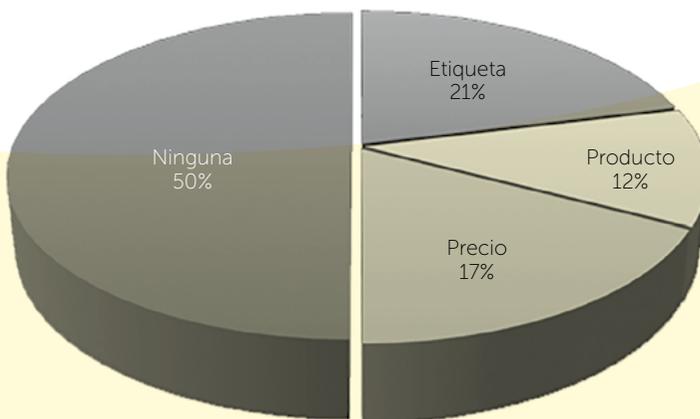


Figura 5. Sugerencias del consumidor a la cerveza de TMA Cd. de México. Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en trabajo de campo, 2015.

prefieren el producto por ser de alta calidad, es decir, que se valora el producto, lo que permite a la Cervecería TMA crear nuevos mercados (locales y regionales) sin restricción por parte del gobierno en distribuir el producto en bares, restaurantes y tiendas de especialidad. El maestro cervecero es un colaborador directo en la microempresa, y mantiene mucho interés porque la microempresa funcione adecuadamente.

Debilidades y Oportunidades

La promoción personalizada es relevante a través de una explicación breve de cada estilo y degustación, esto garantiza el consumo del producto en cualquier lugar donde se venda, es por esto que la Cervecería TMA realiza esta actividad directamente con sus clientes mayoristas y consumidor final si es el caso. La participación en ferias, festivales y Exposiciones, son espacios que garantizan la presentación y posicionamiento de la cerveza, además la posibilidad de obtener premios garantizan la calidad del producto al cliente, y abre la posibilidad de crear su propia demanda (Kim y Mauborgne, 2008).

Fortalezas y Amenazas

Los impuestos que paga la cervecería por la producción son muy altos; por ello, no es factible la disminución del precio por la cantidad que produce. El maestro cervecero de TMA, cuenta con alta experiencia y conocimiento para la elaboración del producto, por lo tanto el riesgo en la producción es baja en esta primicia.

Debilidades y Amenazas

Las cervecerías industriales compiten en el mercado artesanal con productos de especial edición o temporales, pero su calidad no les

precio mínimo \$23.09 y máximo de \$47.00. La cervecería Calavera, presentó el precio más alto en el mercado nacional, ya que la marca se ha posicionado como un producto de alta calidad; mientras que la Cervecería Minerva ofrece el precio más bajo. Cabe mencionar que la Cervecería TMA tiene un precio a distribuidores o mayoristas de \$38.00 considerado como precio competitivo con las otras marcas. Se consultó la lista de precios de productos similares en bares y restaurantes, registrando oscilaciones de entre \$45.00 hasta \$130.00 por botella. En el caso de la marca TMA, el precio de venta del producto al consumidor final es de \$60.00 a \$80.00 en espacios de venta al consumidor final. En el caso de las tiendas de especialidad el margen de utilidad es de 30% a 50%, es decir, que el precio al consumidor final en botella cerrada esta referenciado a partir de los de \$49.00.

Análisis de la matriz DAFO

De acuerdo con Porter, (2007) y Álvarez (2007), se realizó un análisis de la matriz DAFO con la información recabada:

Fortalezas y Oportunidades

De acuerdo con Treviño (2014) el mercado de cerveza artesanal crece a pesar del precio alto respecto a la cerveza convencional. Los clientes de TMA

asegura ser aceptados en el mercado artesanal (Morales, 2000). Actualmente la Cervecería TMA produce cuatro estilos que para el mediano plazo producirá cerveza de temporada y Lager en presentación de barril, ofreciendo así, una nueva línea de productos a sus clientes. La relación calidad-precio-imagen será adecuada al producto siempre y cuando se mejore la imagen, además se garantiza mayor aceptación por recomendación propia del producto y clientes. La promoción es escasa para la marca, y es necesario buscar los servicios de un publicista, para fortalecer la imagen. Conforme crece la empresa, crece la necesidad de contratar nuevos empleados. A medida que la microempresa crezca, se tendrá que recurrir a financiamientos que facilite la inversión en las necesidades de la misma (Figura 6).

En el gusto y preferencia de los clientes se percibe gran aceptación de la marca Cervecería TMA, y según Porter (2003) menciona que un producto debe tener otro con quien comparar, por ello propone una estrategia de diferenciación, con especial énfasis en algún aspecto

preponderante y deseado por el cliente, con lo que se obtendrá un mejor precio, margen de utilidad e independencia en el precio (Álvarez, 2007). El cliente valora la posesión del producto diferenciado o el disfrute de esta bebida y por ello es capaz de hacer un pago adicional. Esta diferencia es atribuida a la calidad, innovación y creatividad. Según la Brewers Association (2014), las micro cervecerías deben mantener su calidad e innovación y competitividad ante las otras microempresas (Morales, 2000; Alcalde, 2010; Luna-Raya, 2006), lo cual aporta desarrollo a su empresa, a la sociedad a través de mejoras en la calidad de vida, y al gobierno bajo la premisa de derrama económica. Por lo tanto estos grandes actores (industria, gobierno y sociedad) se benefician considerablemente a través de toda la cadena productiva.

CONCLUSIONES

El crecimiento del consumo per-cápita de cerveza está en crecimiento, es posible decir que producir y comercializar cerveza artesanal será muy exitoso para los años venideros.



Figura 6. Presentación de diferentes estilos y marcas de cerveza artesanal.

Los clientes están ávidos por encontrar propuestas innovadoras, y micro cervecería tales como, TMA aprovechan oportunamente, ya que los clientes están dispuestos a pagar por calidad, sabor y producto. La cervecería TMA es una microempresa en crecimiento y para mantenerse en el mercado debe tener en cuenta la relación imagen-calidad-precio, como parte de las ventajas competitivas a través de la creación de nuevos estilos como la Lager, que el consumidor ya demanda; además de cerveza artesanal Red Ale y Lámbicas. En la Ciudad de México existe la demanda y aceptación para integrar la cerveza TMA en más tiendas y restaurantes de especialidad.

LITERATURA CITADA

- Almeraya-Quintero S.X. 2011. Propuesta para la distribución de créditos en el medio rural. Memoria de tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. España. 54 p.
- Álvarez-González A. 2007. Estrategia, planeación y control de gestión de la empresa. Ed. RA-MA. Madrid, España. 85 p.
- Álvarez U.M. 1995. Cerveza. Mercados y Productos. Revista Bancomext. México. 579-592 pp.
- Brewers Association 2014. Starting brewer. Disponible en: <http://www.brewersassociation.org/category/educationalpublications/?search=brew+definicion&cat=99>
- Brambila P.J. 2006. En el umbral de una agricultura nueva. Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Posgraduados, Texcoco, Estado de México.
- Cerveceros de México. 2014. Datos relevantes. Disponible en: <http://www.cervecerosdemexico.org.mx/datos-relevantes/>
- Fernández V.R. 2002. Manual para elaborar un plan de mercadotecnia en la empresa mexicana. 1ª. Edición. Ed. ECAFSA. México.
- Guajardo-Hernández L.G., Almeraya-Quintero S.X., Pérez-Hernández L.M. 2014. Un acercamiento al estudio de desarrollo territorial en el estado de Puebla. Ed. Colegio de Posgraduados-Campus Montecillo. México. 25 p.
- Hernández S.R., Fernández C., Baptista P. 2010. Metodología de la investigación. 5ª. ed. México, D.F: Mc Graw Hill.
- INEGI. 2010. Censo de Población y Vivienda. Disponible en: <http://www.snim.rami.gob.mx/>
- Kim W.C., Mauborgne R. 2005. La estrategia del océano azul: como desarrollar un nuevo mercado donde la competencia no tiene ninguna importancia. Harvard bussiness School Publishing Corporation. Grupo Editorial Norma. Bogotá, Colombia.
- Levin R.I., Rubin D. 2004. Estadística para la administración y economía. Séptima Ed. Editorial Pearson Educación. México. Pag. 237-241
- Luna-Raya M.C., Urciaga G.J., Salinas Z.C., Cisneros M.M., Beltrán F. 2006. Diagnóstico del consumo del calamar gigante en México y Sonora. Revista Economía, Sociedad y Territorio. VI (22):535-560
- MarketLine. 2014. Beer in Mexico. Disponible en: http://store.marketline.com/Product/regional_beer_market_a_changing_landscape?productid=ML00017-008 (Consultado en: 21-mayo-2015).
- Morales G.M.A., Peach V.J.L. 2000. Competitividad y estrategia: El enfoque de las competencias esenciales y el enfoque basado en los recursos. Revista Contaduría y Administración. Abril-Junio:197. 47-63pp7
- Parkin M. 2010. Microeconomía. 5ta. Ed. México: Pearson educación
- Porter E.M. 2007. Estrategia competitiva. Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia. 37ª. Ed. Grupo Editorial Patria. México.
- Porter E.M. 2003. Las ventajas competitivas creación y sostenimiento de un desempeño superior. 2a. Ed. México: Grupo Patria Cultural. México
- Saez P.M.J. 2013. La cerveza y su historia. Universitat per a Major. Disponible en: http://mayores.uji.es/datos/2011/apuntes/fin_ciclo_2012/cerveza.pdf
- The Barth-Haas Group. 2011. Beer production. Market Leaders and their Challengers in the Top 40 Countries in 2011. Disponible en: http://www.barthhaasgroup.com/images/pdfs/BARTH_Ergaenzungsbericht_MLR_2012.pdf
- Treviño-Garza A. 2014. Estado de la Industria. Ponencia Expo. Congreso Nacional de Cerveceros de México. Ciudad de México. 4-7 de septiembre.



POTENCIAL PRODUCTIVO Y RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria fragaria* × *ananassa* (Weston) Duchesne) EN SALINAS, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

PRODUCTIVE POTENTIAL AND PROFITABILITY OF THE STRAWBERRY CROP (*Fragaria fragaria* × *ananassa* (Weston) Duchesne) IN SALINAS, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Olmos-Oropeza, G.¹; Martínez-Montoya, J.F.^{1*}; Gómez-González, A.¹; Aquino-Pérez, A.¹; Palacio-Núñez, J.¹; Bravo-Vinaja, A.¹; Ruiz-Vera, V.M.¹.

¹Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. CP. 78600.

***Autor responsable:** Juan Felipe Martínez Montoya. fmontoya@colpos.mx

RESUMEN

El cultivo de fresa es conocido por su rápida recuperación de la inversión, uso intensivo de mano de obra y alta demanda de consumo, por ello se evaluó el potencial productivo y rentabilidad del cultivo de fresa (*Fragaria fragaria* × *ananassa* (Weston) Duchesne) en Salinas, San Luis Potosí, con el fin de diversificar las opciones económicas. El trabajo se realizó en el módulo de cultivos alternativos del ejido Diego Martín, bajo un experimento con 12,000 plantas de fresa variedad Albión establecida a raíz desnuda en 20 bordos de 60 m de largo por 1.4 m de ancho, 10 se acolcharon con película plástica plata/negro y los restantes con blanco/negro. Se registró la producción de fresa por surco y cosecha durante el periodo de abril-noviembre, 2014. Los rendimientos extrapolados fueron equivalente a 32,672 kg ha⁻¹, con una inversión de \$325,290 ha⁻¹ e ingresos totales de \$522,755. El análisis de rentabilidad indicó que los rendimientos registrados fueron similares a la media nacional, y que la relación beneficio/costo fue de 1.6, con una tasa interna de retorno de 18%.

Palabras clave: cultivos alternativos, zonas semiáridas, fertirriego, Altiplano Potosino.

ABSTRACT

The strawberry crop is known by its quick investment, intensive use of labor, and high consumption demand; thus, the productive potential and profitability of the strawberry crop (*Fragaria fragaria* × *ananassa* (Weston) Duchesne) was evaluated, in Salinas, San Luis Potosí, with the objective of diversifying economic options. The study was performed in the alternative crops module of Ejido Diego Martín, with an experiment with 12,000 strawberry plants, Albión cultivar, established with naked roots on 20 ridges, 60 m long and 1.4 m wide; 10 were padded with silver/black plastic film and the rest with white/black. The strawberry production per furrow and harvest was recorded during the April-November period, in 2014. The extrapolated yields were equivalent to 32,672 kg ha⁻¹, with an investment of \$325,290 ha⁻¹ and total income of \$522,755. The profitability analysis indicated that the yields recorded were similar to the national mean, and the benefit/cost relationship was 1.6, with an internal return rate of 18%.

Keywords: alternative crops, semi-arid zones, fertigation, San Luis Potosí High Plateau.



INTRODUCCIÓN

En el Altiplano

Potosino-Zacatecano en México, existen fuentes de agua que se han venido utilizado principalmente para la producción de cultivos básicos tales como, maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), así como, avena (*Avena sativa* L.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.) para forraje, y en menor proporción para hortalizas bajo sistemas de producción de baja tecnología. Esto ha comprometido la rentabilidad, propiciado la degradación del suelo y sobre-explotación de los acuíferos. Como parte de las acciones de investigación-Vinculación del *Campus* San Luis Potosí del Colegio de Postgraduados se estableció una Micro Región de Atención Prioritaria (MAP), donde, con base a un diagnóstico se identificó innovar con cultivos alternativos de mayor rentabilidad, ganancia por unidad de agua aplicada y satisfacción de la demanda de mercados locales. Al respecto, se ha demostrado que el cultivo de frutillas, como la fresa (*Fragaria fragaria* × *ananassa* (Weston) Duchesne), tiene elevada rentabilidad, rápida recuperación de la inversión financiera, demanda de mano de obra (900 jornales por hectárea), versatilidad de los frutos para su consumo y alta demanda a nivel regional (Muñoz y Juárez, 1995; Poling, 2003). La fresa es una fruta ampliamente conocida por sus beneficios para la salud; es una fuente importante de micronutrientes como la vitamina C y minerales esenciales, como el hierro (Fe), que actúan como cofactores enzimáticos (Rios *et al.*, 2014), además de compuestos fitoquímicos como las antocianinas que proporcionan protección a las células contra daños oxidativos (Tulipani *et al.*, 2014). El consumo de fresa ha sido asociado con una menor incidencia de cáncer, desórdenes neurodegenerativos asociados con la edad, alteraciones metabólicas, enfermedades cardiovasculares e inflamatorias (Álvarez-Fernández *et al.*, 2014; Rios *et al.*, 2014; Tulipani *et al.*, 2014). En el Altiplano Potosino la disponibilidad de fresa es baja, su precio es alto (\$35.00 a \$60.00 por kg), y sólo un pequeño segmento de la población tiene acceso al producto. Con base en lo anterior, se evaluó el potencial productivo y rentabilidad financiera del cultivo de fresa, bajo la premisa de poder incrementar su disponibilidad con calidad y precio asequible para un segmento amplio

de la población, considerando además que el cultivo de fresa sería innovador en la región y con ello se podrían beneficiar a productores locales al sustituir el maíz y frijol por un cultivo más rentable.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el módulo de cultivos alternativos dentro de la MAP-Salinas ubicado en La Cócóna, Ejido Diego Martín, Salinas, San Luis Potosí. El clima es seco estepario (BS₀kw) con lluvias en verano, la precipitación promedio anual es de 356 mm, la evaporación potencial anual sobrepasa en 5.4 veces la precipitación y la temperatura promedio anual es 18.1 °C (IMTA, 2007). El suelo corresponde a Xerosol háplico con fase dúrica somera (CETENAL, 1971). Para conocer la fertilidad del suelo, se muestreó a dos profundidades (0-20 y 20-40 cm) utilizando un muestreo sistemático en una malla de 10×10 m. Se determinó el contenido de materia orgánica (MO) por el método Walkley y Black, la conductividad eléctrica (CE) con un conductímetro (Hanna, HI98311) y el pH con un potenciómetro (Corning 340) en relación suelo-agua 1:2. Los contenidos de nitrógeno total (Nt), fósforo (P), magnesio (Mg), potasio (K), calcio (Ca) y sodio (Na) se determinaron de acuerdo a la NOM-021-SEMARNAT-2000 (SEMARNAT, 2000). Además, al agua utilizada para riego se le determinó el pH (Corning 340) y CE (Hanna HI98311).

Preparación del terreno y establecimiento del cultivo

Consistió de un subsoleo, un paso de rastra de discos y formación de 20 bordos de 1.40 por 60 m. Una vez formados los bordos, se aplicó fertilizante de fondo (19N-19P-19K); posteriormente se colocó cintilla calibre 6000 con distancia entre emisores de 15 cm (Figura 1 A). El 30 de enero de 2014 se establecieron 12,000 plantas de fresa de fotoperiodo neutro, variedad "Albión" que se trasplantó a raíz desnuda en suelo previamente irrigado. Las plantas fueron sumergidas en una mezcla de enraizador (Raizal 400) y fungicida (Previcur [Propamocarpa+fosetil]) y se plantaron en doble hilera a tres bolillo y distancia entre plantas de 20 cm. Una vez establecido el cultivo, la mitad de los surcos fueron acolchados con una película plástica color plata-negro y los 10 restantes con blanco-negro (Figura 1 B).

Sistema de fertirriego y manejo del cultivo

Se aplicó un riego por día, proveniente de un pozo profundo (40 m) que pasa por sistema filtrado en un tiempo aproximado de 30 minutos. Se utilizó una dosis de



Figura 1. A: Bordos donde se estableció la planta de fresa (*Fragaria fragaria* × *ananassa* (Weston) Duchesne). B: Acolchado del cultivo de fresa con plásticos blanco/negro y plata/negro, ambos en La Cócona, Ejido Diego Martín, Salinas, San Luis Potosí, México.

fertilización con nitrógeno (N) 335 mg kg^{-1} , fósforo (P) 121 mg kg^{-1} , potasio (K) 389 mg kg^{-1} , calcio (Ca) 182 mg kg^{-1} , magnesio (Mg) 31 mg kg^{-1} , hierro (Fe) 1.44 mg kg^{-1} , manganeso (Mn) 0.90 mg kg^{-1} , cobre (Cu) 0.12 mg kg^{-1} , zinc (Zn) 0.10 mg kg^{-1} y boro (B) 3.91 mg kg^{-1} . Con estos se prepararon dos soluciones madre en tanques de 1000 L; en el tanque A se disolvió el nitrato de calcio y nitrato de potasio; en el B se disolvió el fosfato mono potásico, el sulfato de magnesio y los micro-elementos. Las soluciones madre se aplicaron al 75% en el agua de riego mediante un sistema de inyección Venturi. En cada riego se agregó ácido nítrico para llevar el pH de la solución del suelo a 6.5. Además, semanalmente se aplicó fertilizante foliar, y en época de lluvia se aplicó fungicida preventivo Cupravit (Oxicloruro de cobre 85%); en una sola ocasión un curativo Cercobin M (Tiofanato metílico: Dimetil-4,4-0-Fenilenbis (3-tioalofanato al 70%).



Figura 2. Producción de fresa por surco (*Fragaria fragaria* × *ananassa* (Weston) Duchesne) en La Cócona, Ejido Diego Martín, Salinas, S.L.P.

Evaluación y comercialización de la producción de fresa

Se registró la producción por surco y corte desde el inicio (21 de abril de 2014) hasta el final (20 de noviembre de 2014) del ciclo del cultivo (Figura 2). La comercialización se realizó en cajas de madera de 6 kg de capacidad a \$100.0 pesos en la ciudad de Salinas de Hidalgo, S.L.P.

Costos de producción

Se llevó el registro de todos los costos de producción: preparación del terreno, cintilla, acolchado con película plástica, planta de fresa, fertilizantes de fondo, solubles y foliares, mano obra para establecimiento, manejo del cultivo y comercialización de la fresa, cajas para empaque, diésel para extraer el agua para riego, gasolina para traslados y distribución de la fresa en los mercados; además se consideraron los costos de amortización del sistema de riego y del pozo.

Análisis de datos y estadísticos

Los rendimientos, los costos de producción y los ingresos fueron extrapolados a hectárea y se consideró el valor de mercado de 2014. Los datos de producción de fresa acumulados por surco, del inicio hasta el final del ciclo de cultivo fueron sometidos a un análisis de varianza mediante el programa informático SAS (2013), donde la variable de respuesta fue el color del acolchado y cada surco se consideró como repetición. Considerando el ingreso mensual y los costos de producción, se estimó la relación beneficio/costo (b/c) y la tasa interna de retorno (TIR).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El suelo presentó una profundidad promedio de 40.0 ± 10 cm, contenido de MO de 1.01%, CE de 0.25 dS/m, pH de 7.3 y CIC de 17.6. Se encontró bajo contenido de Nt (0.06%) y P (3.28 mg kg^{-1}); medio de Mg ($2.18 \text{ meq } 100 \text{ g}^{-1}$); altos de K ($1.61 \text{ meq } 100 \text{ g}^{-1}$) y Ca ($23.27 \text{ meq } 100 \text{ g}^{-1}$); por los contenidos de Na ($0.62 \text{ meq } 100 \text{ g}^{-1}$) se considera como suelo no sódico. En general, el suelo tiene baja fertilidad; sin embargo, este presentó bajo contenido de sodio y baja salinidad, lo cual es deseable para el cultivo de fresa. Al respecto ICAMEX (2006) menciona que la fresa se desarrolla de manera óptima en suelos con pH de 5.5 a 6.5, MO de 4% o mayor y CE menor a 1 dS/m; si esta última es mayor, disminuye la producción. El agua presentó una CE promedio de 0.61 dS/m y pH de 7.5 por lo que se consideró de buena calidad, apta para este cultivo, sin embargo, fue necesario agregar ácido nítrico para bajar el pH de la solución del suelo hasta 6.2.

La producción de fresa mensual (kg ha^{-1}) se muestra en la Figura 3, cabe destacar que fue mayor en junio, ju-

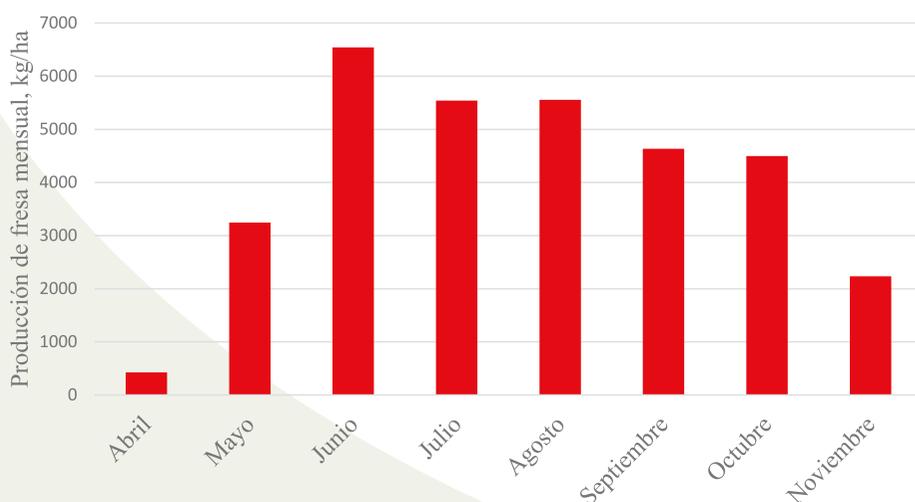


Figura 3. Producción de fresa (*Fragaria fragaria x nanassa* (Weston) Duchesne) mensual (kg ha^{-1}) en La Cócóna, Ejido Diego Martín, Salinas, S.L.P.

lio y agosto; distinto a lo obtenido en áreas productoras de Michoacán, México, donde la mayor cantidad se registra de enero a abril (Rodríguez, 2010). La producción fue de $32,672 \text{ kg ha}^{-1}$ por año, de la cual se estimó una merma de 4% de frutos dañados, no aptos para la comercialización, quedando un total del $31,365 \text{ kg ha}^{-1}$. Esta producción fue empacada en 5227 cajas de madera conteniendo un peso aproximado de 6 kg de fruta. Estas fueron comercializadas a 100 pesos cada una, generando ingresos promedio mensuales de \$65,344 por cada hectárea, siendo mayor en junio y menor en abril (Cuadro 1).

Respecto al color del acolchado plástico, no hubo diferencia ($P=0.9086$) entre el color platanegro ($32,632.6 \text{ kg ha}^{-1}$) y blanco/negro ($32,711.6 \text{ kg ha}^{-1}$). Pese a las condiciones climáticas y suelo pobre, los rendimientos fueron similares a los obtenidos en otras regiones del país con mejores condiciones de clima y suelo ($32,000 \text{ kg ha}^{-1}$) en sistemas de producción de mediana tecnología (Estudio de oportunidades de mercado e inteligencia comercial internacional,

Cuadro 1. Ingreso económico mensual por comercialización de fresa (*Fragaria fragaria x nanassa* (Weston) Duchesne) producida en La Cócóna, Ejido Diego Martín, Salinas, S.L.P.

Mes	Ingreso por hectárea (\$)
Abril	6804.9
Mayo	51925.5
Junio	104659.1
Julio	88675.4
Agosto	88905.4
Septiembre	74113.2
Octubre	71934.1
Noviembre	35737.1
Total	522,754.6

2009) y superiores a los obtenidos ($22,704 \text{ kg ha}^{-1}$) con sistema de riego por goteo (Vázquez-Gálvez, 2008). Sin embargo, en sistemas de producción de alta tecnología (riego por goteo, acolchado, macro túnel, agua subterránea de buena calidad y asistencia técnica especializada) se han logrado rendimientos de fresa de 60 t ha^{-1} a 90 t ha^{-1} (Childers, 2003; Estudio de oportunidades de mercado e inteligencia comercial internacional, 2009; SIAP, 2014).

Los principales costos de producción y de amortización (pozo y del sistema de riego) se muestran en el Cuadro 2, destacando que la adquisición inicial de la planta representó el mayor costo (26.3%), seguida de la mano de obra (22.5%) y los combustibles para el bombeo del agua y comercialización (14.5%); el costo por concepto de bombeo se podría disminuir si se tuviera acceso a la red eléctrica y subsidios. Se realizó el análisis de rentabilidad considerando los ingresos y los costos de producción mensuales, resultando una relación beneficio/costo de 1.6 (60% de ganancia), y una tasa interna de retorno del 18% mensual. Cabe mencionar que dadas las



Cuadro 2. Costos de producción por hectárea del cultivo de fresa (*Fragaria fragaria* x *Ananassa* (Weston) Duchesne) en La Cócóna, Eji-do Diego Martín, Salinas, S.L.P.

Concepto	Costo por hectárea (\$)
Preparación del terreno	4800.00
Cintilla y acolchado	13020.00
Fertilizante de fondo	6264.00
Planta de fresa	85680.00
Fertilizantes solubles	31467.37
Pesticidas	2035.00
Cajas de madera	41820.37
Combustibles	47124.00
Mano de obra	73080.00
Costos de amortización	20000.00
Total	325290.74

condiciones climáticas y variedad de fotoperiodo neutro, el cultivo está programado para permanecer por lo menos dos ciclos; con lo cual en el segundo año los costos de producción serán menores, ya que no habrá gasto en el establecimiento del cultivo.

CONCLUSIONES

Técnica y económicamente es factible la producción de fresa en Salinas SLP, ya que se obtuvieron rendimientos similares al promedio nacional en un periodo de producción de siete meses, lo que permitió cubrir la demanda de fresa del mercado local, se generó una relación beneficio costo de 1.6 y una tasa interna de retorno del 18 % mensual.

AGRADECIMIENTOS

A la Microrregión de Atención Prioritaria Salinas, MAP-SALINAS, del Campus San Luis Potosí-COLPOS, por financiar esta investigación. Al C. Vicente López de la Torre (qpd) por permitirnos establecer el Módulo de Cultivos Alternativos en su terreno, y a la familia Rodríguez López por su apoyo en el manejo del cultivo y comercialización de la fresa.

LITERATURA CITADA

Álvarez-Fernández M.A., Hornedo-Ortega R., Cerezo B.A., Troncoso M.A., García-Parrilla M.C. 2014. Effects of the strawberry (*Fragaria ananassa*) purée elaboration process on non-anthocyanin phenolic composition and antioxidant activity. *Food Chemistry* 164:104-112.

CETENAL. 1971. Carta edafológica F14A61, Salinas, S.L.P. Comisión de Estudios Económicos, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, SPP. México.

- Childers F.N. 2003. California strawberry production. Pp. 75-87. In: N. F. Childers (Ed.). *The Strawberry. A Book for Growers*, Others. Gainesville, Florida.
- Estudio de oportunidades de mercado e inteligencia comercial internacional. 2009. Zamora, Michoacán. Unión Agrícola Regional de Productores de Fresa y Hortalizas del Valle de Zamora. 96 p. (Sistema Producto Fresa). [En línea] Disponible en http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/FRESA.pdf. Consultado el 01 de marzo de 2015.
- ICAMEX. 2006. Guía técnica para el cultivo de fresa. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuicola y Forestal del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Gobierno del Estado de México. 20 p.
- IMTA. 2007. Sistema de Información - ERIC III Extractor Rápido de Información Climatológica v.2.0. CSVA-DSI-C339. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Muñoz R.M., Juárez M.R. 1995. El mercado mundial de la frambuesa y zarzamora. Información Económica y Comercial para el Sector Agropecuario. SAGARPA. 91 p. [En línea] Disponible en www.infoaserca.gob.mx/proafex/FRAMBUESA_Y_ZARZA.pdf. Consultado el 18 de febrero de 2015.
- Poling B.E. 2003. Strawberry plasticulture-A possibility for local growers. In: *The Strawberry. A Book for Growers*, Others. Ed. Norman F. Childers. Gainesville, Florida. pp. 11-18.
- Rios S.V., Pimenta P.P.A., Lomónaco T.S.T., De Oliveira L.L.C., Pio R., Queiroz F. 2014. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. *Food Chemistry* 156: 362-368.
- Rodríguez B.G. 2010. Capacidad de multiplicación, productividad e indicadores de calidad de consumo de nuevas variedades mexicanas de fresa. Tesis de Maestría. Recursos Genéticos y Productividad Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Montecillo Estado de México. 101 p.
- SAS. 2013. Spftware (Version 9.0) User's guide, Statistical Analysis System, Cary, N. C. 315 p.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis [En línea]. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. Disponible en http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=717582&fecha=31/12/2002. Consultado el 5 de marzo de 2014.
- SIAP. 2014. Cierre de la producción agrícola por estado [En línea]. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA, México. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>, Consultado el 2 de marzo de 2012.
- Tulipani S., Armeni T., Giampieri F., Alvarez-Suarez J.M., Gonzalez-Paramás A.M., Santos-Buelga C., Busco F., Principato G., Bompadre S., Quiles J.L., Mezzetti B., Battino M. 2014. Strawberry intake increases blood fluid, erythrocyte and mononuclear cell defenses against oxidative challenge. *Food Chemistry* 156: 87-93.
- Vázquez-Gálvez G., Cárdenas-Navarro R., Lobit P. 2008. Efecto del nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento de fresa regada por goteo y gravedad. *Agricultura Técnica en México* 34: 235-241.

PRODUCCIÓN DE PLANTA DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.)

HABANERO PEPPER PLANT PRODUCTION (*Capsicum chinense* Jacq.)

Castillo-Aguilar, C. de la C.^{1*}; Quej-Ch, i V.¹; Coh-Méndez, D.¹; Carrillo-Ávila, E.¹; Monsalvo-Espinosa, A.¹

¹Campus Campeche, Colegio de Postgraduados. Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, Sihochac, municipio de Champotón, Campeche. C. P. 24450. MÉXICO.

*Autor responsable: ccca@colpos.mx

RESUMEN

La producción de planta de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) es una actividad crucial en la producción exitosa de esta especie, donde confluyen tanto las habilidades de los productores como el conocimiento técnico. La información presentada en el presente trabajo considera en su mayoría el conocimiento adquirido por técnicos y productores en el estado de Campeche. Dentro de las actividades más importantes en la producción de planta que se describen están el uso de variedades, siembra y manejo de la planta en el vivero, información que será de utilidad a viveristas y productores.

Palabras clave: vivero, Campeche, chiles.

ABSTRACT

Habanero pepper plant production (*Capsicum chinense* Jacq) is a crucial activity in the successful production of this species, in which both the skills of the producers and their technical knowledge converge. The information presented in this paper considers mainly the knowledge acquired by technicians and producers in the state of Campeche. Among the most important activities described here we have the use of varieties, planting and management of the plant in the nursery, information that will be useful to growers and producers.

Keywords: Nursery, Campeche, chiles.



INTRODUCCIÓN

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es una especie hortícola importante en la economía del estado de Campeche, México, cuya demanda regional, nacional e internacional se ve fortalecida con la Denominación de Origen obtenida en mayo de 2010 para los estados de Campeche, Yucatán, y Quintana Roo, con lo cual la producción de obtiene valor agregado, resaltando su consistencia, aroma y sabor. Uno de los elementos de mayor importancia para la producción de chile habanero es la elección de la variedad o híbrido adecuado. En el estado de Campeche, según los registros oficiales del Comité Estatal de Sanidad Vegetal en el 2014, las principales variedades sembradas son Jaguar, Chichen Itzá, Calakmul, y la denominada Naranja (Cuadro 1).

Dada la importancia del cultivo, el objetivo del presente es describir los pasos adecuados para la producción de plántulas, con el fin de divulgar las prácticas a productores de chile habanero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Limpieza y desinfección de las áreas de producción

La semilla que se utilice para la producción de plantas de chile habanero, se recomienda sea certificada por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), independientemente de su origen, pudiendo considerarse desde semilla criolla, hasta la semilla de variedades mejoradas. Para prevenir la presencia de enfermedades, se recomienda el tratamiento de la semilla con 4 g^{-1} de Captán® por cada kilogramo de semilla a utilizar (Revelez-Hernández *et al.*, 2012), aunque otros autores como Tun (2001) recomiendan 1 g^{-1} por cada 10 g de

semilla. En ambos casos, se debe humedecer la semilla antes de tratarla; y una vez realizado el tratamiento, eliminar el exceso de humedad. Parte del éxito en la producción de plántulas de chile habanero consiste en la limpieza de cada una de las áreas donde se desarrollarán las actividades del proceso de producción de planta (Figura 1 A). Para ello, se recomienda eliminar posibilidades de infección, sugiriendo el uso de un sanitizante de amplio espectro, como el Anibac® (cloruro de n-alquil dimetil bencil amonio, cloruro de n,n-dialquil-dimetil amonio), producto utilizado con éxito en los viveros de la península de Yucatán. También se pueden realizar fumigaciones con algún bactericida y fungicida a dosis de 1 g L^{-1} o 1 mL L^{-1} de agua, dependiendo de la presentación.

Las charolas germinadoras de poliestireno, generalmente de 200 cavidades, deben ser lavadas, libres de grasa, polvo, tierra, residuos de sustrato y raíces. El procedimiento de lavado se realiza usando detergentes biodegradables (Revelez-Hernández *et al.*, 2010). Es necesario un recipiente para hacer la mezcla de desinfección, debiendo éste ser de un volumen que permita la inmersión total de las charolas (Figura 1 B) por tres minutos en una solución de hipoclorito de sodio (cloro) al 1.5%, para luego estibarlas en un lugar limpio para su secado. Se recomienda escurrirlas y dejar que se sequen por aproximadamente 12 horas y posteriormente cubrirlas con un plástico limpio.

Preparación del sustrato y llenado de las charolas

Los sustratos más utilizados son el musgo canadiense de la marca Sunshine® número 3, y Cosmopeat®, con presentaciones de 3.8 pies cúbicos. Estos sustratos ofrecen la ventaja de inducir una buena germinación de las semillas por su porosidad, pues mantienen la humedad durante su proceso de germinación. El sustrato se extiende sobre un plástico limpio u otra superficie y poco a poco se va agregando agua, hasta adquirir una condición húmeda; aproximadamente se requiere 1 L kg^{-1} de agua:sustrato. Al momento de la preparación del sustrato se pueden agregar fungicidas, tales como, Derosal® y Previcur®, para prevenir la presencia de Damping off o secadera formada por un complejo de hongos (*Phytophthora* sp., *Fusarium* sp., *Rizoctonia* sp., y *Phytophthora* sp.) en las primeras etapas de crecimiento de las plantas. También es posible adicionar una solución con *Trichoderma harzianum*, cuya dosis de aplicación dependerá de la presentación del producto comercial. El sustrato para la siembra no debe quedar muy saturado de agua ("flojo"), de lo contrario, se dificulta hacer la perforación para

Cuadro 1. Superficie sembrada de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) y variedades utilizadas en 2012-2014 para el estado de Campeche, México.

Variedad	Año		
	2012	2013	2014
Chichen Itzá	38.75	40.50	43.49
Jaguar	3.25	48.37	66.00
Kuculkán	3.00	3.00	
Mayan Balché		3.00	
Mayan Kisín		5.00	
Naranja		8.25	10.25
Criollos		4.00	

Fuente: Comité Estatal de Sanidad Vegetal 2014.



Figura 1. A: Desinfección de las áreas de producción de planta. B-C: Desinfección de charolas germinadoras con jabón y agua clorada.

depositar la semilla en cada cavidad de la charola, además de correr el riesgo de que la semilla quede a mayor profundidad pudiendo afectar su germinación y emergencia de la plántula. Otros riesgos son que la compactación cuando se evapora la humedad excesiva provocando que al momento de la germinación la raíz “se ahogue” reduciendo el crecimiento de la plántula (Figura 2).

Siembra de las semillas

Las semillas serán sembradas mediante un procedimiento mecánico estandarizado, para lo cual pueden llenarse con el sustrato húmedo a tres cuartas partes de la capacidad total de la cavidad, depositando una semilla por cavidad a una profundi-

dad de 1 cm. Otro procedimiento es llenar las charolas con sustrato al ras, sin compactar, y mediante un procedimiento mecánico ir haciendo los huecos para la siembra en cada cavidad de la charola. Este método, puede simplificarse con el uso de un rodillo de madera con puntas o aristas, que se hace rodar sobre las charolas (Figura 3).

Tapado de las semillas sembradas

Una vez sembradas, se procede a taparlas con el mismo sustrato húmedo, con una capa distribuida uniformemente hasta cubrir la cavidad; posteriormente, se procede a efectuar un riego por aspersión ligero y uniforme para humedecer la charola sin llegar al escurrimiento. Hecho lo anterior, se cubren las charolas con plástico negro, estibándolas en grupos de 10 a 15, por espacio de 8 a 10 días, dependiendo de las condiciones de temperatura prevaletientes (Figura 4).

Control y revisión de la germinación

Con la finalidad de evitar el daño de las estructuras de la plántula de chile habanero durante su emergencia, se recomienda revisar las charolas en germinación entre el día cuarto y el quinto. El momento óptimo para destaparlas y proceder a su colocación en los bancales del invernadero, se inicia cuando se tiene entre el 15% y 30% de emergencia de plántulas (Figura 5 A); y se considera un rango apropiado de temperatura para la germinación entre 10 °C y 27 °C.



Figura 2. Llenado de la charolas.

Sombreado

Una vez colocadas las charolas con plántulas germinando sobre los bancales, y dependiendo de las condiciones de temperatura y radiación, se puede poner malla-sombra sobre las charolas extendidas en los bancales, aún cuando las semillas estén finalizando su germinación, y una vez que ésta sea homogénea, se hace el manejo de la malla sombra, colocándola a las 11:00 am. y retirándolas a las 15.00 pm, durante los primeros 15 días (Figura 5 B). Si la temperatura del invernadero es muy alta, se les continúa poniendo la malla sombra a las charolas hasta los 30 días después. La práctica



Figura 3. Charola de poliestireno y rodillo de madera para hacer perforaciones para la siembra de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.).



Figura 4. Charolas estibadas y cubiertas con plástico negro para favorecer la germinación.

del sombreado está relacionada con la época de mayor intensidad lumínica, y el tipo de malla sombra recomendado debe ser al 50%. En época de lluvias, días nublados o en invierno, no se deberá usar el sombreado porque puede provocar la elongación (longitud) excesiva de las plántulas, además de favorecer la aparición de enfermedades fungosas, sobre todo pudriciones de raíz.

Riegos y fertilización

Después del acomodo de charolas en los bancales dentro del invernadero, se procede a realizar un riego en forma mecánica o automatizada, para promover la completa emergencia de la plántula. Posteriormente, se realizan riegos por la mañana 8:00 am y por la tarde después de las 16.00 pm. Se estima que la cantidad de agua requere-



A



B

Figura 5. A: Emergencia de plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) 12 días después del sembrado. B: Sombreado de las plántulas dispuestas las charolas en los bancales del invernadero.

rida es de 1.2 L^{-1} por cada charola cuando se mezclan nutrimentos foliares, y 0.8 L^{-1} cuando es exclusivamente riego. En la última semana en la cual las plántulas saldrán del invernadero, se restringe hasta un 20 % del riego. Con relación al pH del agua, cuando éste sea de naturaleza alcalina (7.3, o más), se baja a un rango entre 5.5. y 6.5, para lo cual puede utilizarse algún producto químico disponible en el mercado, como por ejemplo Acidex[®], o ácido nítrico en dosis correspondientes al valor de la alcalinidad, para lo cual debe medirse el pH antes de adicionar el acidificante. La fertilización se iniciará aproximadamente a los 9 o 10 días después de haber extendido las charolas en los bancales del invernadero, cuando en las plántulas esté bien definido el primer par de hojas verdaderas, utilizando al inicio un fertilizante foliar rico en fósforo (1 g L^{-1}), aplicándolo dos veces por semana, las primeras dos semanas, con la finalidad de promover el desarrollo de la raíz. La fertilización durante el tiempo restante de las plantas en el vivero, se tiene que existen muchas formulas de fertilización, teniéndose como una forma práctica y efectiva la aplicación de una comercial compuesta, tal como, triple 18-18-18, triple 19-19 19 y triple 20-20-20 (Soria *et al.*, 2002), a razón de 1 g L^{-1} de agua, durante la tercera semana después de la germinación una dosis de 2 g L^{-1} de agua en la semana cinco y seis después de haber germinado las plantas. Esta fertilización, puede ser complementada con aplicaciones de foliares de fertilizante, como el Bayfolan[®], a una dosis de un 1 g

L^{-1} de agua, de dos a tres veces por semana. Adicionalmente a la práctica de fertilización, se recomienda aplicar algún enraizador disponible en el mercado, como por ejemplo Raizal[®] a dosis de 0.25 g L^{-1} a 0.5 g L^{-1} de agua. Esta práctica, favorecerá el desarrollo de la raíces y en consecuencia una mayor absorción de nutrimentos.

Plagas

La principal plaga que puede hacerse presente durante la producción de planta es la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), la cual puede transmitir enfermedades virales en el primer mes de trasplante en campo (Figura 6). Para prevenir el ataque de mosca blanca e infección con partículas virales a través de la alimentación del insecto, se sugiere aplicar 0.5 ml L^{-1} de agua de Imicloprid en dos aplicaciones; la primera cuando la planta tenga las primeras hojas verdaderas, y la segunda, dos días antes del trasplante en campo, teniendo cuidado que la aplicación llegue a la base de las plantas humedeciendo el sustrato, para que las raíces puedan absorber el producto (Avilés *et al.*, 2010).

Como medidas adicionales, está el fumigar el invernadero, bancales, pisos y paredes de malla sombra con algún insecticida de amplio as-

pectro, afín de prevenir la presencia de la mosquita. Asimismo, por la parte externa de los invernaderos, se puede aplicar algún tipo de repelente, pudiendo complementarse dichas prácticas con la siembra de dos a tres hileras de maíz o girasol a las orillas del invernadero. El ahogamiento de plántulas de chile Damping off o "secadera" puede manejarse en forma preventiva utilizando semilla certificada; sustrato estéril y charolas no dañadas, y evitando riegos excesivos (Revelez-Hernández *et al.*, 2010). La presencia de la enfermedad es observada con un estrangulamiento del la base del tallo de la planta, acompañada por un ennegrecimiento del mismo. Cuando la enfermedad se presenta en el invernadero se recomienda eliminar cualquier exceso de humedad, separar las charolas donde se observen plantas enfermas y exponerlas al sol en un lugar ventilado para propiciar la disminución de la humedad. Las plantas muertas deben eliminarse de las charolas, y no resembrar, ya que el patógeno puede quedarse adherido a las cavidades de las charolas. Se puede aplicar productos como Derosal[®] más Previcur[®] a una dosis de 1 ml L^{-1} de agua mezclando ambos productos. Cuando la presencia de Damping off representa un problema serio, es posible aplicar Uniform[®] un fungicida con acción preventiva y curativa en dosis de 0.5 mL L^{-1} de agua. Prado (2006), recomienda para el control de enfermedades de la raíz, dos aplicaciones de algún promotor de enraizamiento tal como, Raizal[®] mezclado con Captán[®] en dosis de 2 g L^{-1} de agua, además



Figura 6. Adulto y estado inmaduro de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*).

de dos aplicaciones de algún fertilizante foliar y Ridomil® (Ridomil) en dosis de 2 g^{-1} más 1 g^{-1} por litro de agua respectivamente. Esta recomendación, coincide en parte con lo sugerido por Revelez-Hernández *et al.* (2010). Generalmente una aplicación de cualquiera de estos productos es suficiente para detener la enfermedad, especialmente si se mantiene el control de la humedad.

Previo al trasplante, las plántulas se deben exponer a lugares soleados en el vivero; así como, disminuir la cantidad de agua de riego aplicada normalmente, con la finalidad de "endurecer" el material vegetal y soporten la exposición completa de irradiación y mayor temperatura en campo. Aun cuando los estándares de calidad de la plántula son usualmente definidos por cada productor de acuerdo a sus preferencias, una plántula de calidad, lista para el trasplante, se distingue por presentar tallos vigorosos, altura de 10 a 12 cm, cuando la planta presente de 3 a 4 pares de hojas verdaderas lo cual se logra entre 40 y 50 días después de la siembra (Reveles-Hernández *et al.*, 2010) (Figura 7).

CONCLUSIONES

Las etapas a considerar en la producción de planta de chile habanero inician, desde la elección de la variedad

a sembrar, el sustrato, sembrado a profundidad apropiada, fertilización, programa de riego y control de plagas. La principal limitante, es la infección de Damping off, que puede evitarse mediante el uso de productos de origen biológico y químico. La presencia de mosquita blanca en el vivero puede ser evitada manteniendo las instalaciones del invernadero sin perforaciones en sus paredes y aplicando de forma preventiva algún agroquímico específico.

LITERATURA CITADA

- Áviles-Baeza W., Dzib-Echeverría R., Pereyda-Pérez G. 2010. Manual para la producción de chile habanero *Capsicum chinense* Jacq a campo abierto y bajo estructura de protección. SAGARPA-INIFAP. Folleto técnico No. 7. México.
- Reveles-Hernández M., Huichín-Alarcón S., Velázquez-Valle R., Trejo-Calzada R., Ruiz-Torres J. 2012. Producción de plántula de chile en invernadero. SAGARPA. INIFAP. Durango, México.
- Santoyo J.J.A., Martínez A.C.O. 2012. Tecnología de producción de chile habanero en casa sombra en el sur de Sinaloa. SAGARPA. Fundación Produce Sinaloa. Gobierno del Estado de Sinaloa. Sinaloa, México.
- Soria F.M.J., Trejo R.J.A., Tun Suárez J.M., Terán S.R. 2002. Paquete tecnológico para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq). Instituto tecnológico agropecuario No 2. SEP SEIT. Ing. José Alberto Navarrete. Conkal, Yucatán, México.
- Tun D.J de la C. 2001. Chile habanero. Características y tecnología de producción. SAGARPA. INIFAP. México.



Figura 7. Plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) listas para ser trasplantadas.