

AP

AGRO PRODUCTIVIDAD


ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
 CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

INNOVACIÓN Y RENTABILIDAD EN LA PRODUCCION DE ROSA **(*Rosa hybrida* L.)** DE CORTE EN INVERNADERO

pág. 73

Año 9 • Volumen 9 • Número 6 • junio, 2016

PROYECTOS DE CONSERVACIÓN Y TOLERANCIA DE MAMÍFEROS SILVESTRES EN OAXACA, MÉXICO	3
DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO <i>Chamaedorea</i> (Arecaceae) EN MÉXICO	10
ANTAGONISMO <i>in vitro</i> DE <i>Trichoderma asperellum</i> CONTRA <i>Fusarium</i> sp. AGENTE CAUSAL DE GOMOSIS EN CÍTRICOS	20
EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE ETILENO PARA PROLONGAR LA VIDA DE FLORERO DE <i>Gardenia jasminoides</i> Ellis	26
DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE ZARZAMORA (<i>Rubus</i> sp.) EN LA ZONA CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO	34
EL CULTIVO DE <i>Gardenia jasminoides</i> Ellis EN LA REGIÓN CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO	39

y más artículos de interés...

PRECIO AL PÚBLICO \$75.00 PESOS

Estructura

Agroproductividad es una revista de divulgación científica y tecnológica, auspiciada por el Colegio de Postgraduados de forma mensual para entregar los resultados obtenidos por los investigadores en ciencias agrícolas y afines. En ella se publica información original y relevante para el 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 y con una resolución de 300 dpi en formato JPEG, TIFF o RAW.

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.

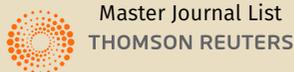
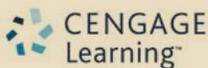
DERECHOS DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS, Año 9, Volumen 9, número 6, junio 2016, Agroproductividad es una publicación mensual editada por el Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP 56230. Tel. 5959284427. www.colpos.mx. Editor responsable: Dr. Jorge Cadena Iñiguez. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-022412450500-102. ISSN: 01887394, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Impresa en México por Printing Arts México, S. de R. L. de C. V., Calle 14 no. 2430, Zona Industrial Guadalajara, Jalisco, México. CP 44940. Este número se terminó de imprimir el 30 de junio de 2016 con un tiraje de 3000 ejemplares.



62

Contenido

3	PROYECTOS DE CONSERVACIÓN Y TOLERANCIA DE MAMÍFEROS SILVESTRES EN OAXACA, MÉXICO
10	DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO <i>Chamaedorea</i> (Arecaceae) EN MÉXICO
20	ANTAGONISMO <i>in vitro</i> DE <i>Trichoderma asperellum</i> CONTRA <i>Fusarium</i> sp. AGENTE CAUSAL DE GOMOSIS EN CÍTRICOS
26	EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE ETILENO PARA PROLONGAR LA VIDA DE FLORERO DE <i>Gardenia jasminoides</i> Ellis
34	DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE ZARZAMORA (<i>Rubus</i> sp.) EN LA ZONA CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO
39	EL CULTIVO DE <i>Gardenia jasminoides</i> Ellis EN LA REGIÓN CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO
44	COMPETENCIAS EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS IDENTIFICADAS EN RECOLECTORES DE <i>Liometopum apiculatum</i> Mayr
51	ESTABLECIMIENTO Y MULTIPLICACIÓN <i>in vitro</i> de <i>Stevia rebaudiana</i> (Bert.) Bertoni, VARIEDAD 'Eirete'
56	SISTEMA EFICIENTE PARA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (<i>Lactuca sativa</i> L.)
62	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ORQUÍDEAS (Orquidaceae) EN VERACRUZ, MÉXICO
67	EVALUACIÓN DE MEZCLAS PARA SUSTRATO Y PRODUCCIÓN DE <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq. ex Fr.) P. Kumm
73	INNOVACIÓN Y RENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ROSA (<i>Rosa hybrida</i> L.) DE CORTE EN INVERNADERO
80	DIVERSIDAD GENÉTICA DEL AGUACATE (<i>Persea americana</i> Mill.) EN CUATRO ZONAS DE SU ÁREA DE DISPERSIÓN NATURAL



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.

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 DG0

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.

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

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

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

Colegio de Postgraduados—Córdoba
Fernando Carlos Gómez Merino
Dr. Ing. Agr. Biotecnología

Colegio de Postgraduados—San Luis Potosí
Fernando Clemente Sánchez
Dr. Ing. Agr. Fauna Silvestre

Luis Antonio Tarango Arámbula
Dr. Ing. Agr. Fauna Silvestre

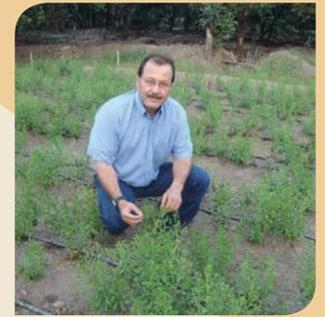
Instituto de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias
Pedro Cadena I.
Dr. Ing. Agr. Transferencia de Tecnología

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

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

Instituto Interamericano de Cooperación
para la Agricultura
(Guatemala)
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 9 • Número 6 • junio, 2016.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) promueve la creación y crecimiento de empresas dinámicas en los países de América Latina y el Caribe, fortaleciendo sus capacidades y herramientas para innovar y competir en los mercados internacionales, tratando de conjuntar el aumento de la inversión del sector privado en innovación y desarrollo tecnológico. Un punto de partida es promover el emprendimiento innovador y creación de nuevas empresas, mediante la productividad de las empresas y sus capacidades, para formar redes y competir en mercados internacionales, así como crear y fortalecer la capacidad de sus instituciones y del entorno para la innovación y el desarrollo productivo. De acuerdo a la Organización de los Estados Americanos (OEA), lo anterior es factible si se genera un entorno que favorezca el desarrollo de una industria científica y tecnológica nacional competitiva, que promueva la innovación e inversión del sector privado, la generación de empleo y satisfaga las legítimas aspiraciones de la población a mejorar sus condiciones de vida, y contribuya al desarrollo económico y con justicia social, partiendo del conocimiento y uso de sus recursos endógenos. Los modelos interdisciplinarios de Investigación-Intervención, y su conciliación con las directrices de dirección de proyectos complejos, permiten generar contribuciones a la ciencia, tecnología, proyectos de valor agregado, así como, impactos en indicadores de política pública en México. **AP AGRO PRODUCTIVIDAD** entrega en este número resultados de investigación sobre la riqueza biológica de México aprovechada para generar proyectos de índole diversa que responden a problemas puntuales, aportando soluciones con entregables y alcances definidos.

Dr. Jorge Cadena Iñiguez
Director de **AP AGRO PRODUCTIVIDAD**

PROYECTOS DE CONSERVACIÓN Y TOLERANCIA DE MAMÍFEROS SILVESTRES EN OAXACA, MÉXICO

PROJECTS FOR CONSERVATION AND TOLERANCE OF WILD MAMMALS IN OAXACA, MÉXICO

Espinoza-Ramírez, M.K.¹; Luna-Krauletz, M.D.²; Cadena-Iñiguez, J.^{1*}; Morales-Flores, F.J.¹; Rosas-Rosas, O.C.¹; Tarango-Arámbula, L.A.¹; Ruiz-Vera, V.M.¹

¹Innovación en Manejo de Recursos Naturales, *Campus* San Luis Potosí, Colegio de Postgraduados; Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México, México. C.P. 78621. ²Universidad de la Sierra Juárez, Av. Universidad s/n, Carretera Guelatao-Ixtlán, Ixtlán de Juárez, Oaxaca. C.P. 68725.

***Autor de correspondencia:** jocadena@gmail.com

RESUMEN

Para implementar estrategias de conservación y tolerancia de mamíferos silvestres en una región de bosque mesófilo de Oaxaca, México, se realizaron monitoreos utilizando cámaras trampa para analizar la diversidad, abundancia y patrones de actividad de las especies, aplicando además encuestas a los pobladores para analizar la perspectiva social en referencia a la presencia de la fauna silvestre. Se registraron 11 especies de mamíferos de talla mediana y grande, tres con mayor abundancia, dos con actividad diurna y una nocturna. Los pobladores no conocen a todas las especies presentes, sin embargo, consideran que es importante conservarlas mediante proyectos y estrategias de conservación, sobre todo a las identificadas en alguna categoría de riesgo.

Palabras clave: Fauna silvestre, proyectos, beneficio, cuidado, desarrollo.

ABSTRACT

In order to implement strategies for conservation and tolerance of wild mammals in a region of mesophyll forest in Oaxaca, México, monitoring was carried out by using trap cameras to analyze the diversity, abundance and activity patterns of the species, also applying surveys to the inhabitants to analyze the social perspective in reference to the presence of wild fauna. Eleven species of medium and large mammals were registered, three with greater abundance, two with daytime activity and one with nighttime. The residents do not know all the species present; however, they consider that it is important to conserve them through conservation projects and strategies, particularly those identified in some category of risk.

Keywords: wild fauna, projects, benefit, care, development.



Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 6, junio, 2016. pp: 3-9.

Recibido: mayo, 2016. **Aceptado:** junio, 2016.

INTRODUCCIÓN

En el entorno de bosque mesófilo de montaña (BMM) de la etnia Chinanteca Oaxaca, México, se localizan diversas especies de fauna silvestre que incluye mamíferos de talla mediana y grande (CONABIO, 2010), resaltando el registro de especies ubicadas en categoría de riesgo, tales como, el jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y sus presas preferentes, tales como, el pecarí de collar (*Pecarí tajacu*) y venado temazate (*Mazama temama*) (Lavariega et al., 2012; López y González, 1998), sin embargo, ciertas áreas de dicho ecosistema, están siendo alteradas por actividades antropogénicas que provocan su fragmentación, dando como resultado que las especies presa disminuyan, lo cual dificulta la coexistencia humano-mamíferos carnívoros por depredación de animales domésticos. Lo anterior puede generar el desplazamiento de varias especies, o inclusive su extinción. El diseño y operación de estrategias de conservación para los mamíferos presentes en el BMM, puede permitir que las personas en las comunidades rurales obtengan ingresos económicos, basados en el uso y aprovechamiento de recursos naturales, además de desarrollar niveles de tolerancia con los mamíferos carnívoros. Con base en lo anterior, se realizó un diagnóstico del estado actual de la diversidad y abundancia relativa de mamíferos silvestres de talla mediana y grande en el BMM de la región La Esperanza, Oaxaca, además de identificar patrones de actividad y analizar la perspectiva social en referencia a la presencia de estas especies, con el fin de diseñar estrategias de manejo, conservación y tolerancia, con énfasis en la obtención de beneficios económicos en corto, mediano y largo plazo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la comunidad rural La Esperanza, Ixtlán de Juárez, Oaxaca (17° 37' 43.94" N y 96° 22' 05.75" O, y 1619 m de altitud). Se aplicaron métodos indirectos (cámaras trampa) para detectar la abundancia relativa, diversidad y patrones de actividad, considerando presencia, horario, y días. El monitoreo se realizó en dos senderos denominados San Bernardo y el Orquideario, durante un periodo de junio a diciembre de 2015, donde se ubicaron y georreferenciaron cámaras trampa (Cuddeback-AttackIR) distanciadas a 500 m cada una (Cruz-Jácome et al., 2015; Gutiérrez-González et al., 2012). Para determinar la perspectiva de tolerancia de los pobladores respecto a la presencia de mamíferos de talla mediana y grande, se aplicó una encuesta estructurada con 109 reactivos, que incluyeron la identificación de iniciativas para proyecto de conservación, conocimiento de los mamíferos medianos y grandes del BMM, así como, determinar los niveles de tolerancia en una muestra de n=40 de un total de 128 pobladores (INEGI, 2010). Los datos de fototrampeo se utilizaron para estimar la diversidad, abundancia y patrones de actividad; para ello se consideraron registros independientes en a) fotografías consecutivas de diferentes individuos, b) fotografías consecutivas de individuos de la misma especie separadas por 24 h, aplicando el criterio de cuando no fue claro si una serie de fotografías correspondían al mismo individuo, se consideraron las fotografías tomadas antes de 24 h como un solo registro c) fotografías no consecutivas de individuos de la misma especie (Monroy-Vilchis et al., 2011; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012). También se clasificaron las especies de mamíferos de talla mediana y grande consi-

derando cualquier individuo adulto siguiendo los criterios establecidos por Pérez-Irineo y Santos-Moreno (2012) y de Robinson y Redford (1986). Los registros se clasificaron en seis grupos (alimentación y talla): carnívoros-mediana, omnívoros-mediana, herbívoros-mediana, carnívoros-grande, omnívoros-grande, herbívoros-grande.

El esfuerzo de colecta para este trabajo se obtuvo con el número total de trampas cámara por el número total de días muestreados; el éxito de captura fue el número total de registros dividido entre el esfuerzo de colecta multiplicado por 100 (Pérez-Irineo y Santos Moreno, 2010, 2012; 2013). El índice de Abundancia Relativa (IAR) (Lira-Torres y Briones-Salas 2012; Maffei et al., 2002; Sanderson 2004) para cada especie se calculó con el número de capturas o eventos fotografiados entre el esfuerzo de colecta, multiplicado por 1000 días trampa (unidad estándar). El IAR de las especies presentes en cada sendero se comparó con la prueba no paramétrica Wilcoxon (U Mann Whitney). Para la evaluación de la diversidad, se consideró la diversidad alfa y beta (Moreno, 2001). En la primera se consideró 1) el índice de riqueza específica, basado en el número total de especies registradas, 2) el índice de diversidad de Menhnick para una relación entre número de especies y número total de individuos. Para la diversidad beta se consideró el coeficiente de similitud de Jaccard para evaluar el grado de remplazamiento de especies entre muestras. Para describir el patrón de actividad se tomaron en cuenta las especies de las cuales se obtuvieron al menos 11 registros independientes (Maffei et al., 2002; Monroy-Vilchis et al., 2011). Para este estudio se consideró como especies diurnas a

las registradas entre 7:00 am y 17:59 pm, crepúsculo a las ubicadas entre los periodos de 6:00 am y 6:59 am y 18:00 pm y 18:59 pm; y como nocturnas a las ubicadas entre 19:00 pm a 5:59 am.

Para conocer la opinión de los pobladores de la Esperanza en referencia a la fauna silvestre, se aplicaron encuestas a una muestra de 40 personas (jefes de familia). Para obtener el número de muestra se utilizó el programa Muestra_X, considerando al número total de la población de la localidad (128 personas) con una precisión de 3% y confiabilidad de 95%. El análisis de la información primaria de la encuesta se analizó a través de análisis de correlación Spearman con InfoStat (2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo un esfuerzo de colecta de 1712 días-trampa cámara y un éxito de captura de 7.48%. Las especies más abundantes en el sendero San Bernardo fueron *Sciurus*

aureogaster (24.53%) y *Didelphis virginiana* (12.27%), mientras que en el sendero Orquideario, fueron *Sciurus aureogaster* (4.67%) y *Sciurus deppei* (4.09%). (Cuadro 1) La categoría con más presencia fue la omnívora-mediana y la de menor presencia la herbívora-grande. Del total de datos, 55% se registraron en el sendero San Bernardo y 45% en Orquideario. La prueba Wilcoxon (U Mann Whitney) no registró diferencias estadísticamente significativas del IAR en los dos senderos ($W=32$, $P=0.25$).

Diversidad de especies

El índice de riqueza específica fue de 11 especies, de las cuales, siete fueron omnívoros-mediana, dos carnívoros grandes, un omnívoro-grande y un herbívoro-grande (Figura 1). Para el índice Menhinick se obtuvo una relación entre especie e individuos observados de 1.04 para San Bernardo y 1.17 para Orquideario, con un coeficiente de similitud de especies de 0.454.

Patrones de Actividad

El patrón de actividad de las especies con más de 11 registros independientes presentes en el sendero San Bernardo, fue de *Sciurus aureogaster* (51), *Didelphis virginiana* (27), *Sciurus deppei* (16), *Nasua narica* (11) (Cuadro 2).

Conocimiento y tolerancia de especies

El 42.5% ($n=40$), cree conocer la totalidad de especies de mamíferos de talla mediana y grande presente en el BMM, y 57.5% expresó no conocerla. El 45% de los habitantes consideran que de tres años a la fecha la fauna ha disminuido, mientras que 27.5% mencionó que ha aumentado, y 25% que sigue igual. La información anterior no evidenció correlación con respecto a la frecuencia con la que los habitantes visitan el bosque ($p<0.05$), por lo que la perspectiva del conocimiento no tiene relación con la frecuencia de recorrer los senderos del bosque. Los carnívoros de talla mediana

Cuadro 1. Índice de Abundancia Relativa de especies de mamíferos de talla mediana y grande registradas en dos senderos de bosque mesófilo de montaña, en Oaxaca, México.

Sendero	Categoría	Especie	Nombre común	IAR
Orquideario	omnívoro-mediana	<i>Didelphis virginiana</i>	tlacuache común	0.58
Orquideario	carnívoro-grande	<i>Panthera onca</i>	jaguar	0.58
Orquideario	carnívoro-grande	<i>Puma concolor</i>	puma	0.58
Orquideario	omnívoro-mediana	<i>Sciurus deppei</i>	ardilla negra	4.09
Orquideario	omnívoro-mediana	<i>Sciurus aureogaster</i>	ardilla gris	4.67
San Bernardo	omnívoro-mediana	<i>Dasyus novemcinctus</i>	armadillo	0.58
San Bernardo	omnívoro-mediana	<i>Eira barbara</i>	viejo de monte	0.58
San Bernardo	omnívoro-grande	<i>Pecari tajacu</i>	Pecari de collar	0.58
San Bernardo	herbívoro-grande	<i>Mazama temama</i>	temazate	1.17
San Bernardo	omnívoro-mediana	<i>Didelphis marsupialis</i>	tlacuache	1.75
San Bernardo	carnívoro-grande	<i>Panthera onca</i>	jaguar	2.92
San Bernardo	carnívoro-grande	<i>Puma concolor</i>	puma	4.67
San Bernardo	omnívoro-mediana	<i>Nasua narica</i>	coatí	7.59
San Bernardo	omnívoro-mediana	<i>Sciurus deppei</i>	ardilla negra	7.59
San Bernardo	omnívoro-mediana	<i>Didelphis virginiana</i>	tlacuache común	12.27
San Bernardo	omnívoro-mediana	<i>Sciurus aureogaster</i>	ardilla gris	24.53

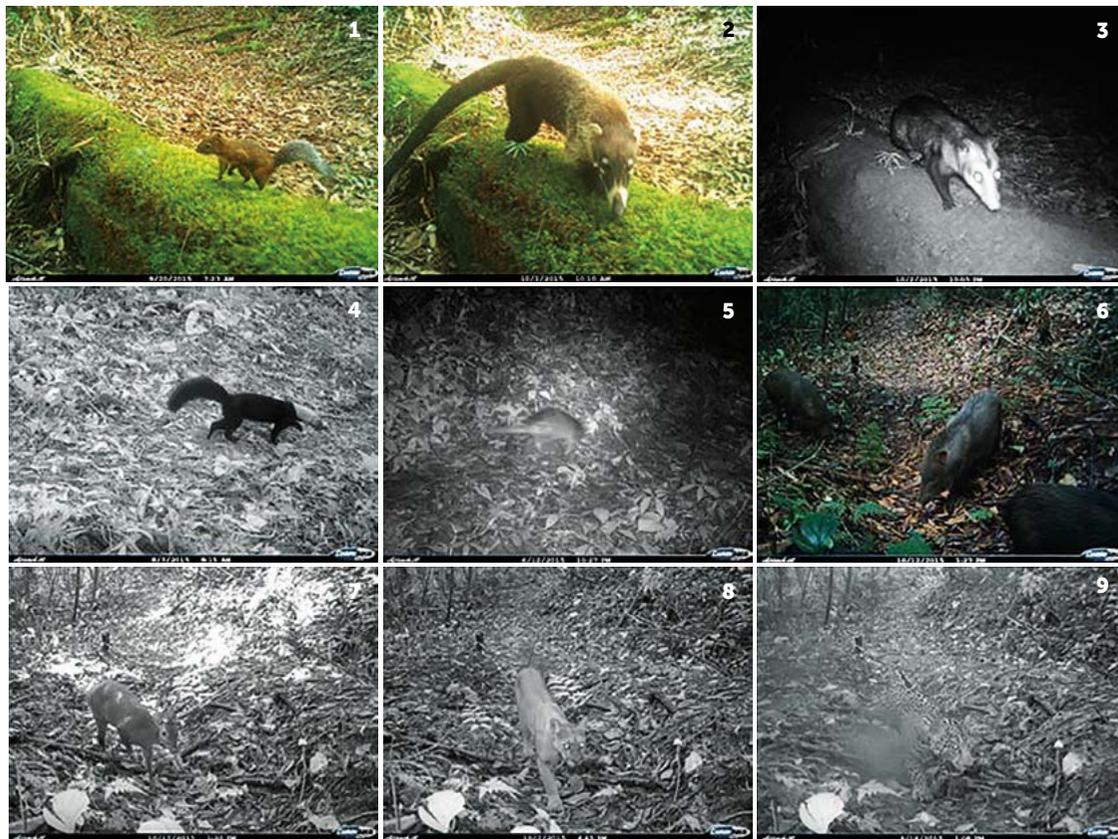


Figura 1. Nueve de 11 especies registradas en el BMM; de izquierda a derecha: 1) *Sciurus aureogaster*, 2) *Nasua narica*, 3) *Didelphis virginiana*, 4) *Eira barbara*, 5) *Dasypus novemcinctus*, 6) *Pecari tajacu*, 7) *Mazama temama*, 8) *Puma concolor*, 9) *Panthera onca*.

Cuadro 2. Patrones de actividad de especies con más de 11 registros independientes.

Especie	Actividad		
	Diurno (%)	Crepuscular (%)	Nocturno (%)
<i>Didelphis virginiana</i>	0	0	100
<i>Sciurus deppei</i>	69	31	0
<i>Sciurus aureogaster</i>	88	12	0
<i>Nasua narica</i>	69	31	0

y grande fueron las especies más conocidas, pero de menor avistamiento con 75.5% y 55% respectivamente, seguido de la categoría herbívoros mediana y grande (45% y 50%) y por último los omnívoro mediana y grande (52.3% y 12.5%). El valor de especies conocidas fue menor a 50% en cinco categorías, excepto para omnívoro-mediana con 75% (Cuadro 3).

Para el 72.5% la presencia de fauna es considerada muy importante; y su conservación significa cuidarla (60%) y protegerla (25%) con una correlación de $p > 0.05$ (Figura 2).

Las especies con mayor abundancia *Didelphis virginiana*, *Sciurus aureogaster*, *Sciurus deppei* y *Nasua narica*, pertenecen al grupo omnívoro-mediana, categoría conocida por el 75% de los habitantes. Las especies *S. aureogaster* registraron la mayor actividad diurna (Gómez y Dredge, 2003) y *D. virginiana* presentó un patrón nocturno de actividad, lo que coincide con lo registrado por González-Pérez et al. (1992). Estas especies presentan evidencia de adaptabilidad a las actividades antropogénicas por ser consideradas oportunistas y generalistas sobresaliendo *D. virginiana* (Sunquist et al., 1987; Cruz-Salazar et al., 2014) y adaptables a la mancha urbana como *S. aureogaster* (Mora-Ascencio et al., 2010) y *Nasua narica* (Espinoza-García et al., 2014), lo cual podría favorecer la mayor frecuencia de avistamientos.

El sendero con mayor registro de especies fue San Bernardo (55%) lo que sugiere mayor riqueza de especies por ser parte del área destinada voluntariamente a la conservación ("**Refugio para la Vida Silvestre y Reservas Forestales**") categorizadas en el Ordenamiento territorial de La Esperanza. Sin embargo, el 57.5% de la población opinó que desconoce la totalidad de los mamíferos pre-

Cuadro 3. Conocimiento y avistamiento de especies con posible distribución en bosque mesófilo de montaña, por habitantes de La Esperanza, Oaxaca, México.

Categoría	Conoce más especies de las que ha visto (%)	No conoce y no ha visto especies (%)	Conoce y ha visto algunas especies (%)
Carnívoros-grande	77.5	10	10
Carnívoros-mediana	55	15	27.5
Herbívoro-grande	45	2.5	32.5
Herbívoro-mediana	50	15	25
Omnívoro-grande	52.5	7.5	37.5%
Omnívoro-mediana	12.5	0.0	75

sentes en el BMM, y 45% mencionaron que de tres años a la fecha consideran que la fauna ha disminuido considerablemente. De las especies con mayor conocimiento por la población fueron los carnívoros de talla mediana y grande (*Panthera onca* y *Puma concolor*), sin embargo, son especies con menor avistamiento, esto debido a que son consideradas especies crípticas, territoriales y evasivos a encuentros con el humano (Rabinowitz y Nottingham, 1986; Medellín et al., 2002; Duran et al., 2011); y de la riqueza específica para el BMM se registró a *Panthera onca* y *Eira barbara*, como especies en peligro de extinción dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. A pesar de que los pobladores conocen poco sobre la fauna presente en el BMM, consideran que la presencia de estas especies es importante y expresaron que **conservar significa cuidar**,

por lo que es importante establecer e implementar estrategias que permita la tolerancia y supervivencia de la fauna silvestre y que a su vez se involucren sectores sociales y gubernamentales. Es por ello que,

mediante los proyectos y estrategias de importancia para la población, se identificaron algunos programas que pudieran apoyar mediante la gestión de proyectos (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

La necesidad de ejecutar proyectos para obtener ingresos económicos que beneficie a los habitantes de la Esperanza y a la vez conservar los recursos naturales es un reto importante, y es necesario involucrar sectores civiles y gubernamentales. El presente estudio permitió conocer la diversi-

barbara) y jaguar (*Panthera onca*). En el sendero San Bernardo hubo más registros y mayor actividad de cuatro especies. La perspectiva de los habitantes ante la presencia de la fauna silvestre es buena ya que la consideran importante, pero no tienen conocimiento de todas las especies de mamíferos de talla mediana y grande en el BMM. Es necesario desarrollar capacidades en los habitantes, enfocadas en la relación de conocimiento local y científico, de tal forma que el resultado sea un avance en el uso racional de los recursos naturales que poseen, además de beneficio económico y social mediante proyectos productivos amigables con el ecosistema. Se identificaron diferentes variables de competencia que facilitarán implementar proyectos y actividades de los mismos con fines económicos y de conservación.

AGRADECIMIENTOS

AL CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DEL ESTADO DE OAXACA, MEDIANTE EL PROYECTO: Estudio ecológico-genético de *Oreomunnea mexicana* (Standl.) J.F. Leroy, en bosques mesófilo de montaña de la Sierra Juárez, estado de Oaxaca, FONDO MIXTO 195425-Universidad de la Sierra Juárez. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT: CVU 635918) por la beca de postgrado otorgada al primer autor y a los pobladores de la localidad de la Esperanza, Santiago Comaltepec, Oaxaca, por su apoyo incondicional en la realización de este estudio.



Figura 2. Proyectos y estrategias considerados de mayor importancia para los habitantes de la Esperanza, Oaxaca.

dad, abundancia y patrones de actividad registradas en dos senderos del BMM. De estos registros se registró la presencia de dos especies catalogadas en Peligro de extinción tales como, viejo de monte (*Eira*

Cuadro 4. Diseño de proyectos para apoyar el cuidado y conservación del hábitat y fauna silvestre en Bosque mesófilo de montaña en una comunidad de Oaxaca, México.

Variables de competencia identificadas para proyectos	Justificación	Oportunidades	Actividades y proyectos
Instituciones que apoyen proyectos	La localidad cuenta con diversidad de recursos naturales que pueden conservar y a la vez obtener recurso económico reflejado a corto, mediano y largo plazo. Sumado a ello las tradiciones y costumbres de los habitantes pueden complementar los proyectos haciéndolos atractivos a los turistas.	Organizaciones públicas y privadas que otorgan financiamiento y apoyan proyectos enfocados a la conservación de recursos naturales, tradiciones y cultura. (SEMARNAT, CONANP, SECTUR, SAGARPA, CONAFOR)	La comunidad puede certificarse como Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC), lo que le permitirá aplicar a convocatorias (SINAP, PROCODES, PET, PROCER) para obtener estímulos nacionales e internacionales, por ofrecer servicios ambientales. (CONANP, 2012). Otra alternativa es incorporándose en el Sistema de Unidades de manejo para la Conservación de la vida silvestre (SUMA) para poder realizar actividades de protección cuidado, manejo y mantenimiento del ecosistema, hábitats, especies para salvaguardar las condiciones para la permanencia a largo plazo; y tramitar la autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre, para turismo de naturaleza, observación de vida silvestre con fines de conservación y recreativos. (SEMARNAT, 2016).
Conocer estrategias de conservación	Las estrategias de conservación van orientadas a la protección, manejo, restauración acciones para generar conocimiento tradicional y científico.	Dependencias como SEMARNAT, PROFEPA, SECTUR, SAGARPA, CONAFOR otorgan capacitación en apoyo a la conservación de los Recursos Naturales y a su vez apoyen la economía.	Proyectos que involucren la educación ambiental considerando el ecosistema biótico y abiótico, la sociedad y cultura para la generación de ingreso económico con actividades de aprovechamiento sostenibles.
Cuidar el bosque de niebla (BMM)	EL bosque de niebla presente en La Esperanza, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, es de los más conservados y extensos del país (Anta-Fonseca et al., 2010) Pero también es muy vulnerables a cambios provocados por el humano (cambio de uso de suelo (Leal-Jiménez, 2014). Cuidar el hábitat, apoyará en la distribución, abundancia y patrones de actividad de las especies.	1) La organización adecuada de habitantes para el mantenimiento de senderos, servirá de apoyo en la vigilancia de los recursos naturales, e indirectamente beneficiará la conservación del bosque. 2) cuidar el bosque podrá apoyar el pago por servicios ambientales que fortalece los ingresos económicos.	1) organizar grupos de trabajo para vigilancia y mantenimiento, ofreciendo una estadía agradable a los visitantes (PROFEPA). 2) rehabilitación del área de conservación de orquídeas, con la finalidad de ofrecer otro atractivo de turismo además de visitar el área y conocer sobre las especies. 2) actividades de senderismo, para conocer el hábitat de las especies registradas (CONANP, 2012)
Implementar el ecoturismo	La actividad de ecoturismo involucra recursos naturales, turistas, y comunidad, lo cual apoya la conservación de manera sostenible, la satisfacción del visitante y los recursos económicos generados en la buena ejecución de la actividad pueden beneficiar a corto, mediano y largo plazo.	Invitar a los pobladores a relacionarse con las dependencias e instituciones gubernamentales (SECTUR, SEMARNAT, CONAFOR, CONANP) y con los visitantes para disfrutar de los recursos de forma responsable y coordinada en pro de la conservación, protección y manejo de los recursos naturales, beneficiando la supervivencia de la fauna silvestre.	Actividades de ecoturismo como: 1) recorrido por senderos (avistamientos de fauna, contacto con la naturaleza, conocimiento de flora). 2) Rehabilitación de Orquideario (área de conservación), que ofrezca visitas y aprendizaje sobre especies. 3) Alojamiento, mantenimiento constante de las cabañas 4) paisajismo, recorridos por la comunidad y áreas aledañas al bosque 5) área de exposición y educación ambiental, fotocolectas de las especies.
Conservar las especies de fauna	Las especies de fauna silvestre son importantes para el equilibrio del ecosistema, ya que pueden ser especies indicadoras, sombrilla, bandera y clave (Isasi-Catalá, 2014) y muchas de ellas están catalogadas dentro de la NOM-059-SEMANRANT-2010.	En el estudio se registró la presencia de Panthera onca especie de importancia cultural, ecológica, económica, CONANP (2012), y el programa de conservación de especies en riesgo apoyan la recuperación.	Proyectos enfocados a: Monitoreo de especies; Educación ambiental; Protección y vigilancia de los recursos naturales.
Generar ingresos económicos	A la fecha están certificadas 390 ADVC, (CONANP, 2012) de las cuales 24 pertenecen a la etnia Chinanteca y ocho de éstas cuentan con ecosistema de BMM. Lo anterior puede apoyar en la gestión de proyectos que involucren la conservación de especies y obtención de apoyo económico.	Programas que apoyan a la conservación de los recursos naturales involucrando a la sociedad ejecutando estrategias que pueden beneficiar económicamente (CONANP, 2012; SEMARANT,2016)	Proyectos eco turísticos y de investigación, donde los habitantes tomen decisiones, con la finalidad de preservar y cuidar sus recursos naturales.

LITERATURA CITADA

- Anta-Fonseca S., Galindo Leal C., González Medrano F., Koleff P., Meave J.A., Montoya-Moreno H., Victoria-Hernández A. 2010. IX. Sierra Norte de Oaxaca. En Toledo-Aceves, T. (Coord.). En el bosque mesófilo de montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible. Conabio, Mexico. Pp. 108-115
- CONABIO. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 197 pp.
- CONABIO. 2012. <http://www.conabio.gob.mx/>. Consultado el 1 de junio de 2016.
- Cruz-Jácome O., López-Tello E., Delfín-Alonso C.A., Mandujano S. 2015. Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Therya* 6: 435-438.
- Cruz-Salazar B., Ruiz-Montoya L., Navarrete-Gutiérrez D., Espinoza Medinilla E.E., Vázquez-Domínguez E., Bernardo Vázquez L. 2014. Diversidad genética y abundancia relativa de *Didelphis marsupialis* y *Didelphis virginiana* en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:251-261.
- Dura-Medina E., Priciliano-Vázquez J.R., Barton-Bray D. 2011. Presencia del jaguar y sus presas en comunidades chinantecas del municipio de San Felipe Usila, Oaxaca pp. 93-139, en *Estudios del Jaguar en Oaxaca*. Editores. Briones-Salas M., Sánchez-Vázquez A., Aquino-Mondragón A., Palacios-Romo T.M., Martínez-Ayón Y.D.M. 288 pp.
- Espinoza-García C.R., Martínez-Calderas J.M., Palacio-Núñez J., Hernández-SaintMartín A.D. 2014. Distribución potencial del coatí (*Nasua narica*) en el noreste de México: implicaciones para su conservación. *Therya* 5: 331-345.
- González-Pérez G.E., Sánchez-Bernal V.M., Iñiguez-Dávalos I., Santana E. 1992. Patrones de Actividad del coyote (*Canis latrans*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el tlacuache (*Didelphis virginiana*) en la sierra de Manantlán, Jalisco. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zología*, 63: 293-299.
- Gómez O., Dredge D. 2003. Hacia un ecoturismo sustentable. *CONABIO. Biodiversitas* 51:8-11.
- Gutiérrez-González C.E., Gómez-Ramírez M.A., López-González C.A. 2012. Estimation of the density of the near threatened jaguar *Panthera onca* in Sonora, México, using camera trapping and an open population model. *Oryx* 46:431-437.
- INEGI. 2010. Censo de Población y vivienda.
- InfoStat versión 2016. Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Isasi-Catalá, E. 2011. Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*. 36.
- Lavariaga M.C., Briones-Salas M., Gómez-Ugalde R.M. 2012. Mamíferos medianos y grandes de la Sierra de Villa Alta, Oaxaca, México. *Mastozoológica Neotropical*, 19:225-241.
- Leal-Jiménez M.A. 2014. Conservar los bosques mesófilos de montaña, un proceso de educación y capacitación ambiental pp.327-345, en Gual-Díaz M., Rendón-Correa A. (comps). *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 352.
- Lira-Torres I., Briones-Salas M. 2012. Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 28(3): 566-585.
- López C., González A. 1998. A synthesis of current literatura and knowledge about the ecology of the puma (*Puma concolor* Linnaeus). *Acta Zoológica Mexicana* 75: 171-190.
- Maffei L., Cuellar E., Noss J. 2002. Uso de trampas cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitania. *Revista boliviana de ecología y conservación ambiental* 11: 55-65.
- Medellín A.R., Equihua C., Chetkiewicz C.L.B., Crawshaw P.G.JR., Rabinowitz A., Redford K.H. Robinson J.G., Sanderson E.W., Taber A.B (Comps). 2002. El Jaguar en el Nuevo Milenio, Fondo de Cultura Económica, UNAM, Wildlife Conservation Society, Ediciones Científicas Universitarias, México.
- Mora-Ascencio P., Mendoza-Durán A., Chávez C. 2010. Densidad Poblacional y daños ocasionados por la ardilla *Sciurus aureogaster*: Implicaciones para la conservación de los viveros de Coyoacán, México. *Revista Mexicana de Mastozología* 14:7-22.
- Moreno C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1 Zaragoza, 84 pp.
- Monroy-Vilchis O., Zarco-González M.M., Rodríguez-Soto C., Soria-Díaz L., Urios V. 2011. Fototrampeo de mamíferos en la sierra Nanchititla, México. *Revista de Biología Tropical (International Journal of Tropical Biology)*, 59:373-383.
- Muestra-X versión 1.0.0. Ramírez-Valverde G., Ramírez-Valverde B.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación. Publicado el 30 de diciembre de 2010.
- Pérez-Irriego G., Santos-Moreno A. 2010. Diversidad de una comunidad de mamíferos carnívoros en una Selva Mediana del noreste de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 26:721-736.
- Pérez-Irriego G., Santos-Moreno A. 2012. Diversidad de mamíferos terrestres de talla grande y mediana de una selva subcaducifolia del noreste de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:164-169.
- Pérez-Irriego G., Santos-Moreno A. 2013. Riqueza de especies y gremio tróficos de mamíferos carnívoros en una selva alta del sureste de México. *THEYRA* 4:551-564.
- Rabinowitz A.R., Nottingham B.G. Jr. 1986. Ecology and behavior of the jaguar (*Panthera onca*) in Belice, Central America. *Journal Zoological Society* 210:149-159.
- Robinson J.G., Redford K.H. 1986. Body size, diet, and population variation in Neotropical forest mammals species: predictors of local extinction?. *Advances in Neotropical Mammalogy*, 1989:567-594.
- Sanderson J.G. 2004. Protocolo para Monitoreo con Cámaras para Trampeo Fotográfico. Tropical Ecology Assessment and Monitoring (TEAM) Initiative. The Center for Applied Biodiversity Science (CABS). Conservación Internacional, USA.
- SEMARNAT. 2016. <http://tramites.semarnat.gob.mx/> consultado el 1 de junio 2016.
- Sunquist M.E., Austad S.N., Sunquist F. 1987. Movement patterns and home range in the common oposum (*Didelphis marsupialis*). *Journal of Mammalogy* 68:173-176.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *Chamaedorea* (Arecaceae) EN MÉXICO

DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF THE *Chamaedorea* (Arecaceae) GENUS IN MEXICO

Gómez-Pastrana, M.R.^{1*}; García-Castillo, M.A.¹; Galindo-Tovar M.E.¹; Gheno-Heredia, Y.A.¹

¹Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Peñuela. Camino Peñueña-Amatlán s/n, Amatlán de los Reyes, Veracruz CP 94945.

*Autor de correspondencia: mgamez@uv.mx

RESUMEN

El género *Chamaedorea* (Arecaceae) en un grupo diverso de palmas, cuya distribución está restringida al continente americano, sin embargo, se carece de información detallada sobre su diversidad y distribución en México. Usando registros de bases de datos, se determinó la riqueza específica a nivel estatal y regional, además del número potencial de especies, y efecto de latitud, altitud, condiciones climáticas sobre su abundancia, diversidad, así como, áreas de distribución potencial, tamaño del nicho climático de las especies, y grado de traslape. Los resultados indicaron que en México existen 51 especies distribuidas casi exclusivamente en la región neotropical, concentradas preferentemente en el sureste y suroeste de país, con mayor diversidad en los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz, México. Se identificó un gradiente de diversidad por efecto de latitud, una correlación significativa entre abundancia de registros y altitud. La mayor parte de las especies se localizan en regiones con climas cálidos y semicálidos con altitudes no mayores de 2000 m. Los resultados sugieren que la cantidad y distribución temporal de lluvia ejercen un importante efecto sobre su abundancia y diversidad. La distribución potencial, componentes principales, conglomerados y tamaño de nichos climáticos, permitieron identificar especies que sólo se desarrollan bajo condiciones ambientales muy específicas, mientras que otras se distribuyen ampliamente, en cuyo caso el traslape de sus nichos resultó ser muy alto.

Palabras clave: Bioclimatología, nichos climáticos, distribución potencial.

ABSTRACT

The *Chamaedorea* (Arecaceae) genus is a diverse group of palms, whose distribution is restricted to the American continent; however, there is a lack of detailed information about its diversity and distribution in Mexico. Using records from databases, the species wealth at the state and regional level was determined, in addition to the potential number of species and the effect of the latitude, altitude, and climate conditions on their abundance, diversity, as well as the potential distribution areas, size of the climatic niche of the species, and degree of overlapping. The results indicated that in Mexico there are 51 species distributed almost exclusively in the Neotropical region, concentrated mostly in the Southeast and Southwest of the country, with greater diversity in the states of Chiapas, Oaxaca and Veracruz, Mexico. A gradient of diversity was identified as a result of the latitude, a significant correlation between abundance of records and altitude. The highest number of species is located in regions with warm and semi-warm climates, with altitudes no higher than 2000 m. The results suggest that the amount and seasonal distribution of rainfall exert an important effect on their abundance and diversity. The potential distribution, principal components, conglomerates and size of climatic niches allowed identifying species that only develop under very specific environmental conditions, while others are widely distributed, in which case the overlapping of their niches was very high.

Keywords: Bioclimatology, climatic niches, potential distribution.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 6, junio. 2016. pp: 10-19.

Recibido: febrero, 2016. **Aceptado:** mayo, 2016.



INTRODUCCIÓN

Las palmas del género *Chamaedorea* (Arecaceae) constituyen un grupo muy atractivo por su uso ornamental ya que gran parte de sus especies se emplean como plantas de interior y las hojas de algunas son comercializadas para su empleo en la floristería. El género se distribuye exclusivamente en América, es uno de los más numerosos de la familia Arecaceae y está conformado por más de un centenar de especies desde México hasta Bolivia en bosques tropicales y templados (Govaerts y Dransfield, 2005). Dentro de este rango, los mayores centros de diversidad se concentran en Mesoamérica y en la región de Costa Rica-Panamá. Aun cuando se han realizado estudios detallados sobre este grupo de palmas (Hodel, 1992, 2013; Quero, 1994; Dransfield *et al.*, 2008), los recientes cambios taxonómicos, la descripción de nuevas especies; así como la carencia de información detallada sobre el género a nivel nacional, especialmente en lo que se refiere a las condiciones ambientales bajo las que se desarrollan las especies nativas, resulta ser de gran importancia, tanto para prospección de germoplasma, como para manejo de este recurso no maderable. Con base en lo anterior, se analizaron la distribución y diversidad del género *Chamaedorea* en México y las condiciones bioclimáticas bajo las cuales se desarrollan las especies presentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recabaron registros mediante bases de datos de Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Los datos recuperados fueron importados a Microsoft EXCEL 2007. La sistemática de los registros fue depurada empleando la lista de cotejo mundial de palmas (Govaerts y Dransfield, 2005). Los datos originales, correspondientes a sinonimias, fueron sustituidos por los nombres válidos. Para el caso de registros geo referenciados, se emplearon datos de ubicación y se cotejaron empleando como referencia el mapa de áreas geo estadísticas municipales (INEGI, 2012). Los datos con inconsistencias geográficas fueron suprimidos. La base de datos depurada fue exportada como archivo de texto separado por tabulaciones (TXT). Los datos depurados fueron exportados a DIVA-GIS Ver. 7.5, clasificados por entidad federativa y agrupados con base en los códigos geográficos de tercer nivel del World Geographical Scheme for recording Plant Distributions (Brummitt, 2001); dicho nivel corresponde a regiones de países muy extensos y botánicamente diversos. Para cada región, se estimó la riqueza específica, y la existencia de gradientes de abundancia (registros) y diversidad (especies) por efecto de la latitud y la altitud, fueron determinados, empleando intervalos de un grado de arco, para el primer caso, y 250 m, para el segundo. En este último caso, para cada registro geo referenciado se extrajeron los datos de altitud a partir del modelo digital de elevación de Worldclim, de una resolución de 30 segundos de arco (aproximadamente 1 km a nivel ecuatorial). De manera colateral se estimó el número potencial de especies empleando para ello el estimador Chao-1 (S1): $S1 = S_{OBS} + (a^2 / 2b)$

Para este caso, los resultados fueron expresados en una malla con una resolución de 0.5 grados de arco. El estimador fue calculado empleando el programa DIVA-GIS 7.5 (Hijmans *et al.*, 2001). De manera complementaria se determinó la abundancia de registros y número de especies respecto a tipos

climáticos y eco regiones, empleando el mapa de climas de México Escala 1:1'000,000 (García-CONABIO, 1998) y el mapa de eco regiones terrestres del mundo (Olson *et al.*, 2001). Los datos para cada registro fueron obtenidos empleando la herramienta de extracción de valores para puntos a partir de polígonos de DIVA-GIS 7.5.

Para la caracterización bioclimática se emplearon 19 variables bioclimáticas correspondientes a Worldclim 1.4 (Hijmans *et al.*, 2005) con una resolución de 30 segundos, equivalente a aproximadamente 1 km a nivel ecuatorial. En todos los casos se consideraron como registros duplicados aquellos que se encontraban a una distancia $d_{ij} \leq \delta$, donde $\delta = 0.00833$ grados de arco. La eliminación se realizó empleando el valor anterior como umbral de distancia para duplicados en la herramienta NicheToolBox (<http://shiny.conabio.gob.mx:3838/niche-toolb2/>). Para cada especie, se calcularon la mediana y los percentiles 10 y 90 para las variables: altitud, temperatura media anual, temperatura máxima del mes más cálido; temperatura mínima del mes más frío; rango anual de temperatura; precipitación anual; precipitación del mes más lluvioso y precipitación del mes más seco. Las estimaciones se realizaron empleando el programa STATISTICA 7.0.

Distribución de las especies en el espacio ambiental

Los datos originales de cada variable fueron normalizados. A partir de ellos se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) y se estimaron los coeficientes de cada variable en los primeros tres componentes. Con los datos normalizados, se construyó una matriz

de similitud empleando distancias euclidianas. Los conglomerados se identificaron usando un valor arbitrario de distancia igual a 10. El procedimiento anterior fue realizado con el programa Primer 6 Ver. 6.1.16.

Elaboración de modelos de distribución potencial

Se modelaron las áreas de distribución potencial para especies que poseían por lo menos 10 registros empleando el algoritmo MaxEnt 3.3.3K. Con el objeto de remover la colinealidad entre las variables, se realizó un análisis de correlación de Pearson. Sólo se usaron para la modelación variables con coeficientes de correlación menores a 0.75 (Dormann *et al.*, 2013). En todos los casos se empleó el 75% de los registros como datos de entrenamiento y el resto para la validación de los modelos. Se usaron como parámetros del algoritmo las opciones randomseed y bootstrap.

Para cada especie se corrió un total de 20 réplicas y los mapas de idoneidad finales correspondieron a la mediana de las mismas. La calidad de los modelos se estimó empleando como criterio el valor de área bajo la curva (AUC) generado por MaxEnt. El tamaño relativo del nicho climático (*TRNich*) ocupado por cada especie se estimó empleando los elipsoides de volumen mínimo (MVE), respecto al MVE del total de registros para el género:

$$TRNich = 100 \left[\frac{MVE_{sp}}{MVE_{gen}} \right]$$

Donde: *TRNich*: Tamaño relativo del nicho de la especie; *MVE_{sp}*: Elipsoide de volumen mínimo de la especie y *MVE_{gen}*: Elipsoide de volumen mínimo del género.

Adicionalmente se estimó el nivel de traslape entre los nichos de las

especies mediante el índice de similitud de Jaccard:

$$J(A,B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} = \frac{|A \cap B|}{|A| + |B| - |A \cap B|}$$

Donde: *J(A,B)*: es la similitud de entre un par de especies; *|A ∩ B|*: Es el volumen de traslape de los elipsoides de un par de especies y *|A|, |B|*: Volúmenes de los elipsoides mínimos de cada especie. Todas las determinaciones se realizaron con el programa Niche Analyst Ver 3.0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los registros disponibles para México muestran que en el país existen 51 especies nativas de *Chamaedorea* (Cuadro 1) de las 109 reportadas a nivel mundial (Govaerts y Dransfield, 2005), por lo que se le considera como de uno de los dos centros de distribución del género (Hodel, 1992). Los taxa se distribuyen casi exclusivamente en el neotrópico y sólo el 2% de registros se ubican en

Cuadro 1. Especies nativas del género *Chamaedorea* con registros para México*.

Especie	Especie	Especie
<i>C. alternans</i> H. Wendl.	<i>C. keelerorum</i> Hodel & Cast.Mont	<i>C. radicalis</i> Mart.
<i>C. arenbergiana</i> H. Wendl.	<i>C. klotzschiana</i> H. Wendl.	<i>C. rhizomatosa</i> Hodel
<i>C. atrovirens</i> Mart.	<i>C. liebmannii</i> Mart.	<i>C. rigida</i> H. Wendl.
<i>C. benziei</i> Hodel	<i>C. linearis</i> (Ruiz & Pav.) Mart.	<i>C. rojasiana</i> Standl. & Steyerl.
<i>C. carchensis</i> Standl. & Steyerl.	<i>C. macrospadix</i> Oerst.	<i>C. sartorii</i> Liebm.
<i>C. cataractarum</i> Mart.	<i>C. metallica</i> O. F. Cook ex H. E. Moore	<i>C. schiedeana</i> Mart.
<i>C. costaricana</i> Oerst.	<i>C. microspadix</i> Burret	<i>C. schippii</i> Burret
<i>C. elatior</i> Mart.	<i>C. neurochlamys</i> Burret	<i>C. seifrizii</i> Burret
<i>C. elegans</i> Mart.	<i>C. nubium</i> Standl. & Steyerl.	<i>C. simplex</i> Burret
<i>C. ernesti-augusti</i> H. Wendl.	<i>C. oblongata</i> Mart.	<i>C. stolonifera</i> H. Wendl. ex Hook.f.
<i>C. foveata</i> Hodel	<i>C. oreophila</i> Mart.	<i>C. stricta</i> Standl. & Steyerl.
<i>C. fractiflexa</i> Hodel & Cast.Mont	<i>C. parvisecta</i> Burret	<i>C. tepejilote</i> Liebm.
<i>C. geonomiformis</i> H. Wendl.	<i>C. pinnatifrons</i> (Jacq.) Oerst.	<i>C. tuerckheimii</i> (Dammer) Burret
<i>C. glaucifolia</i> H. Wendl.	<i>C. plumosa</i> Hodel	<i>C. vulgata</i> Standl. & Steyerl.
<i>C. graminifolia</i> H. Wendl.	<i>C. pochutlensis</i> Liebm.	<i>C. warszewiczii</i> H. Wendl.
<i>C. hooperiana</i> Hodel	<i>C. pygmaea</i> H. Wendl.	<i>C. wendlandi</i> H. Wendl.
<i>C. ibarrae</i> Hodel	<i>C. queroana</i> Hodel	<i>C. woodsoniana</i> L. H. Bailey

*Basado en datos disponibles en GBIF.

la región neártica y corresponden algunas poblaciones de *C. cataractarum*, *C. microspadix*, *C. pochutlensis* y *C. radicalis*.

Este medio centenar de especies se encuentra presente en 18 estados de la república, destacando por su diversidad Chiapas, Oaxaca y Veracruz con 32, 25 y 16 especies respectivamente. Aún cuando los representantes del género se distribuyen en cinco regiones geográficas del país, la que destaca por su riqueza específica es el sureste, donde se encuentra el 70% de las especies reportadas (Cuadro 2). La riqueza específica del país, sólo es superada por la registrada en Centroamérica (Cuenca *et al.*, 2008).

Tanto la abundancia como la riqueza específica en México mostraron un gradiente latitudinal evidente (Figura 1 A) alcanzando los valores más altos a 18° norte. La baja diversidad específica observada a bajas latitudes contrasta notablemente con los patrones de diversidad observados, ya que en el Nuevo Mundo, las palmas, como grupo, exhiben un fuerte gradiente latitudinal de diversidad, siendo los regiones más ricas las cercanas al Ecuador (Bjorholm *et al.*, 2005). La altitud igualmente mostró tener un efecto sobre la distribución del grupo, existiendo fuerte correlación positiva entre número de registros y esta variable ($r^2=0.9278$). Dicha tendencia no se observó para el caso de la riqueza específica, ya que la misma, por debajo de los 1750 m, tiende a oscilar entre 15 a 18 especies, reduciéndose notablemente a mayores altitudes (Figura 1 B).

El análisis simultáneo de los datos de abundancia y número de especies mostró discontinuidad evidente en la riqueza específica del género en México, siendo las zonas más ricas, las ubicadas al sureste y zona centro del Golfo de México. Las estimaciones de riqueza específica mostraron que potencialmente existen regiones don-

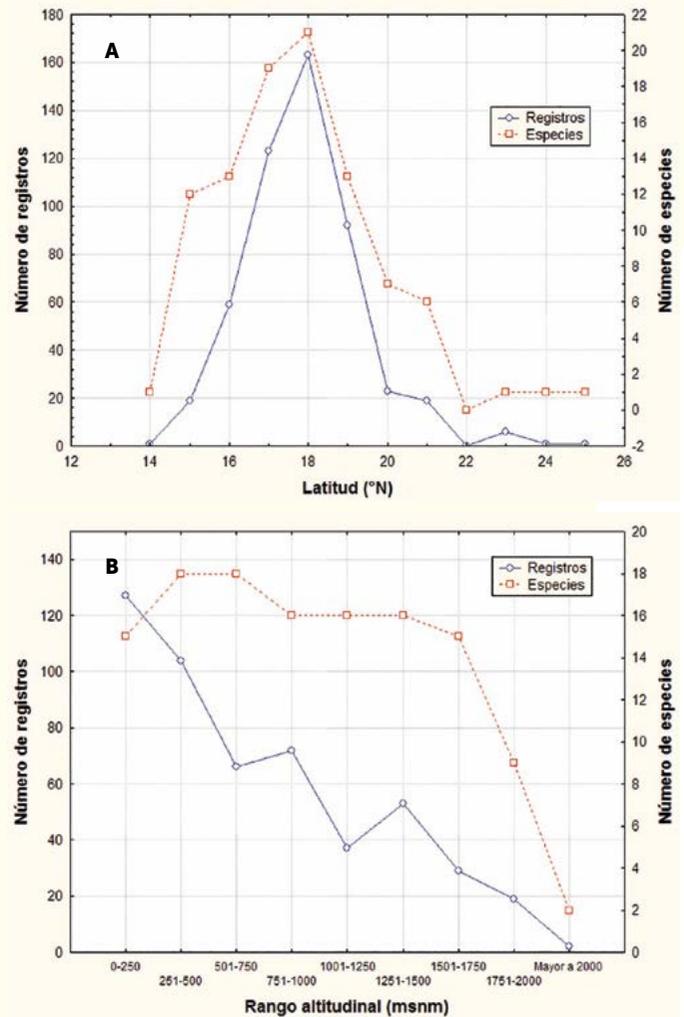


Figura 1. A: Distribución latitudinal y B: altitudinal del género *Chamaedorea* (Arecaceae) en México.

de el número de especies podría ser mayor a 20 tales como, Chiapas, Oaxaca y Veracruz (Figura 2). Dichos valores contrastan, en algunos casos, notablemente con el número de taxa actualmente registrados, por lo que es probable que trabajos de prospección futuros en estas áreas podrían generar registros adicionales para algunas especies e incluso la ubicación de nuevas especies.

Cuadro 2. Número de especies del género *Chamaedorea* (Arecaceae) reportadas por entidad federativa y región* en México.

Región	Especies (<i>Chamaedorea</i>)	Estados
Noroeste	1	Sinaloa (1)
Centro	4	Puebla (4)
Suroeste	26	Guerrero (3); Jalisco (1); Michoacán (1); Nayarit (1); Oaxaca (25)
Noreste	19	Durango (1); Hidalgo (4); Querétaro (1); San Luis Potosí (4); Tamaulipas (1)
Golfo	16	Veracruz (16)
Sureste	35	Campeche (4); Chiapas (32); Quintana Roo (2); Tabasco (8); Yucatán (1)

* La agrupación de los estados corresponde al tercer nivel del World Geographic Scheme for recording Plant distribution. Los números entre paréntesis corresponden al número de especies por región o Estado.

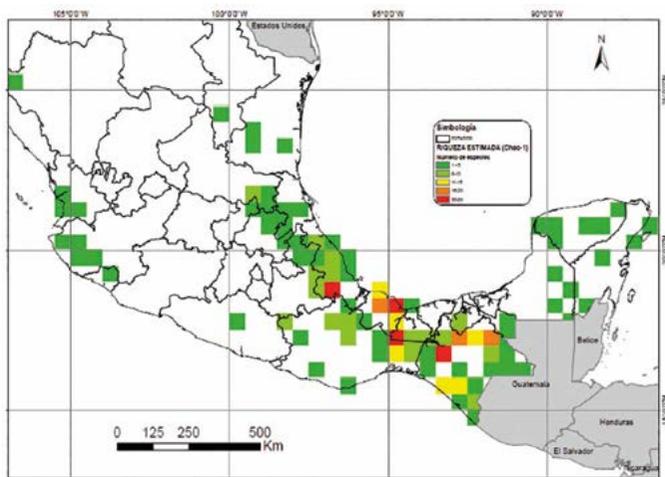


Figura 2. Riqueza específica estimada para el género *Chamaedorea* en México (Resolución espacial: 0.5°).

Prueba de ello, es que posterior a la monografía de Hodel en 1992, se han descrito cuatro especies nuevas en Veracruz y Chiapas (Hodel, 2013).

El género se encuentra distribuido en 26 eco regiones diferentes pero tiende a ser más abundante y diverso en bosques de pino-encino, así como en bosques húmedos del Petén, bosques montanos de Oaxaca y bosques húmedos de Veracruz (Figura 3). Dado que casi en la totalidad de los casos, las especies naturalmente forman parte del sotobosque (Hodel, 1992), su presencia está condicionada a la persistencia de la cubierta arbórea, situación que resulta preocupante si se considera que gran parte de los ecosistemas donde residen (bosques mesófilos y templados), han reducido notablemente su

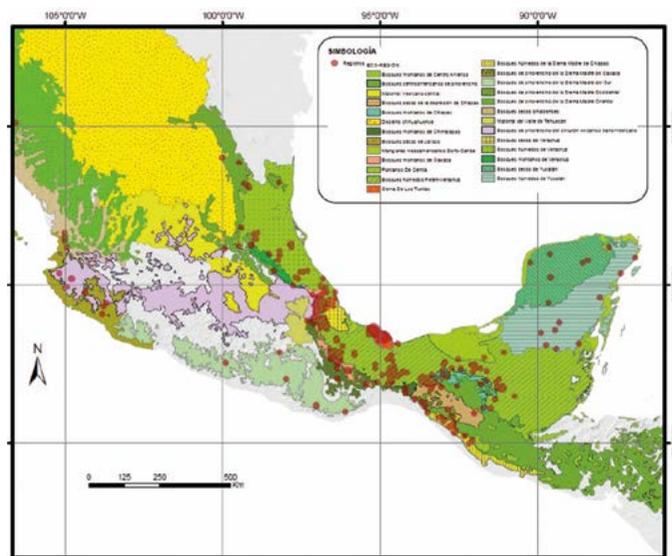


Figura 3. Distribución del género *Chamaedorea* por ecorregiones en México.

superficie (Challenger y Dirzo, 2009), por lo que la persistencia de la diversidad de *Chamaedorea* se encuentran en riesgo, particularmente para 19 especies que son endémicas. Afortunadamente la vulnerabilidad del género está reflejada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059 SEMARNAT-2010, la cual incluye a una especie bajo la categoría de protección especial (*C. klotzschiana*), 30 especies como amenazadas y tres especies en peligro de extinción (*C. glaucifolia*, *C. metallica* y *C. tuerckheimii*); lo cual representa 67% de la diversidad nacional (SEMARNAT, 2010).

Caracterización bioclimática

Aun cuando *Chamaedorea* está presente en tipos climáticos muy diversos, tiende a ser más abundante en climas cálidos y semicálidos (Cuadro 3), aunque existen registros que señalan que puede desarrollarse marginalmente en climas secos cercanos a regiones subhúmedas del país. De igual manera, en las regiones cálidas y

Cuadro 3. Distribución climática del género *Chamaedorea* en México*.

Temperatura	Precipitación	Registros (Núm)	Especies (Núm)
A Cálido (Temperatura media anual mayor a 22 °C)	(f)	55	12
	m	125	17
	m(f)	47	12
	w1	14	7
	w1(x')	13	6
	w2	21	11
	w2(x')	6	5
(A)C Semicálido (Temperatura media anual entre 18 °C y 22°C)	w0	17	11
	wo(x')	2	1
	(fm)	54	15
	(m)	29	13
	(m)(f)	45	15
C Templado (Temperatura media anual entre 12 °C y 18°C)	(w1)	6	6
	(w2)	33	15
	(f)	13	5
	(m)	12	8
B Árido (Temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C)	(m)(f)	9	4
	(w1)	1	1
	(w2)	3	3
	S1(h')w	4	4
	Sok(x')	1	1

*Basado en el sistema de clasificación climática propuesto por García (1973).

semicálidas, el género está representado por un mayor número de especies. Dentro de cada tipo climático, la precipitación juega un papel muy importante sobre la abundancia y diversidad de *Chamaedorea*; los climas subhúmedos, poseen valores comparativamente menores en todos los casos. Lo anterior es consistente con lo reportado por Bjorholm *et al.* (2005, 2006) en cuanto a que la disponibilidad de agua está fuertemente relacionada con la variación geográfica de la riqueza específica de las palmas. Con base en los datos disponibles, el género tiende a distribuirse en regiones donde la temperatura media anual va de 19 °C a 25 °C, con temperaturas máximas en el mes más cálido de 27 °C a 34 °C, con temperatura mínima del mes más frío entre 9 °C y 17 °C. En estos sitios, la oscilación térmica anual se encuentra en el rango desde 15 °C a 19 °C. En lo que respecta a la precipitación anual, *Chamaedorea* se desarrolla en sitios con valores entre 1100 mm a 3200 mm, siempre y cuando

la precipitación en los meses más lluviosos y los más secos se encuentren en el rango de 200 mm a 500 mm y los 10 mm y 70 mm, respectivamente.

A nivel específico existen diferencias notables (Figura 4), ya que hay taxa que se distribuyen en rangos amplios, tales como *Chamaedorea elatior*, *C. elegans*, *C. liebmannii* y *C. tepejilote*, mientras que otros se desarrollan en rangos muy estrechos como *C. alternans*, *C. arenbergiana*, *C. pygmaea*, *C. costaricana*, *C. metallica*, *C. tuerckheimii* y *C. woodsoniana*. La variabilidad del espacio ambiental que ocupa el género puede ser explicada, en gran medida por ocho de las 20 variables analizadas: la temperatura media anual, la isothermali-dad, la estacionalidad de la temperatura, la temperatura mínima del mes más frío, el rango anual de temperatura, la precipitación anual, la estacionalidad de la precipitación y la altitud.

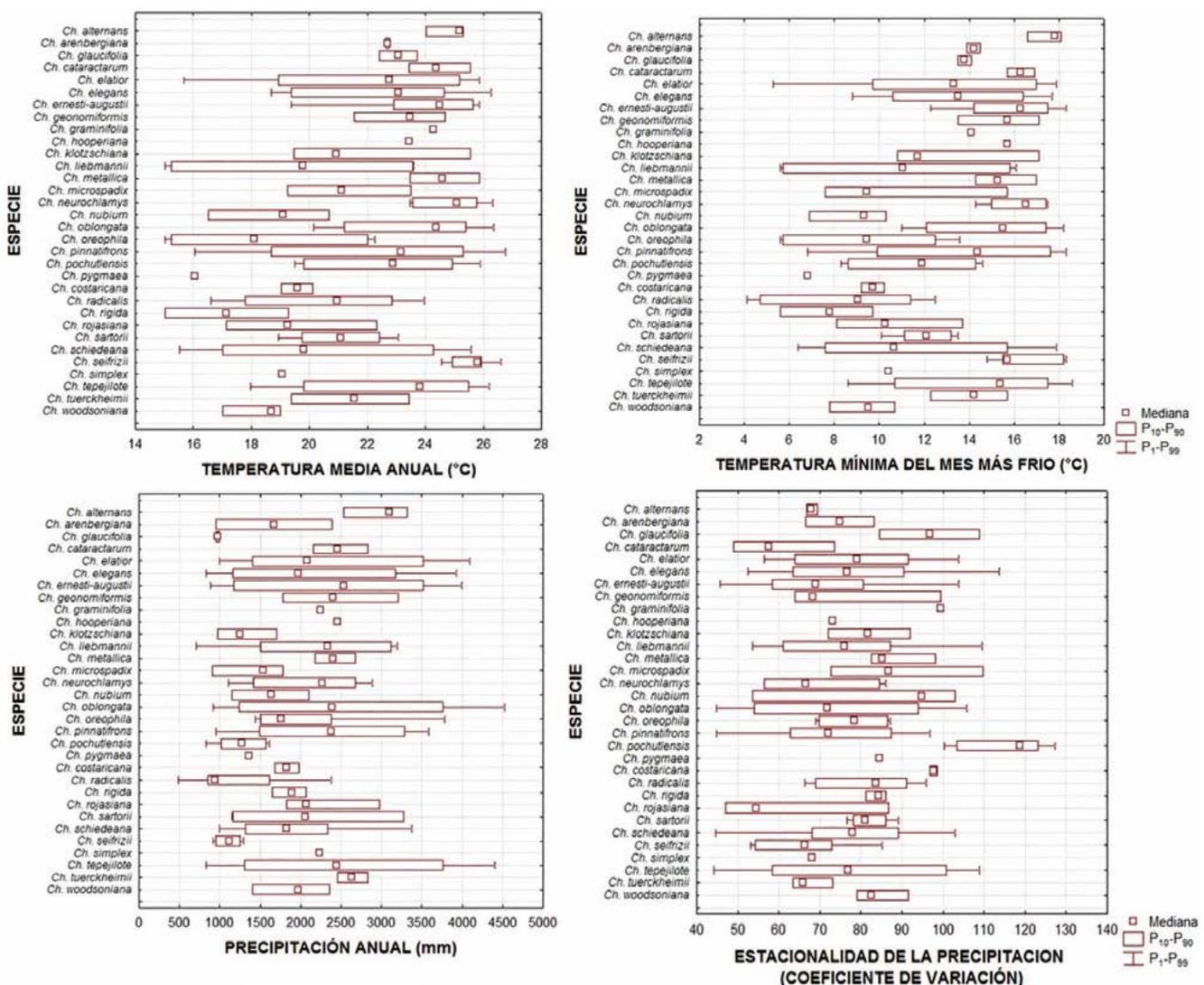


Figura 4. Rangos de distribución térmica y pluviométrica de especies del género *Chamaedorea* en México.

La distribución de los registros dentro del espacio ambiental sugirió la existencia de tres a cuatro conglomerados con grados variables de traslape (Figura 5). Las especies generalistas se encuentran representados en todos ellos, mientras que otras están sólo presentes en conglomerados específicos. Es el caso de *Chamaedorea alternans*, *C. cataractarum*, *C. hooperiana* y *C. tuerckheimii* que solo están presentes en ambientes cálidos, muy lluviosos con poca oscilación térmica anual.

En contraste, *C. costaricana*, *C. glaucifolia*, *C. microspadix*, *C.*

nubium, *C. pygmaea*, *C. radicalis*, *C. rojasiana*, *C. simplex* y *C. woodsoniana*, solo se desarrollan en sitios comparativamente menos lluviosos, semicálidos y con oscilación térmica mayor a la observada en el grupo anterior (Figura 6). La amplitud del nicho climático de cada especie es muy variable (Cuadro 4). Mientras que *Chamaedorea tepejilote* ocupa más de 60% del total del nicho del género, otras como *C. elatior*, *C. elegans*, *C. oblongata*, y *C. pinnatifrons* ocupan por lo menos una quinta parte del mismo. En el extremo opuesto especies como *C. cataractarum*, *C. klotzschiana*, *C. metallica* y *C. seifrizii* están presen-

tes en menos del 1%. A esta lista deben agregarse 11 taxa representadas por menos de cuatro localidades.

Salvo en los casos de *C. pochutlensis* y *C. seifrizii*, que tienen áreas de distribución potencial notablemente contrastantes con el resto de las especies, muchos taxa mostraron zonas de idoneidad geográficamente similares (Figura 6), particularmente en los casos de las especies generalistas, cuyo traslape geográfico genera importantes traslapes en el nicho climático (Cuadro 5) como en los casos de *C. elatior*, *C. elegans*, *C. pinnatifrons*, *C. oblongata* y *C. schiedeana*. En contraste, especies

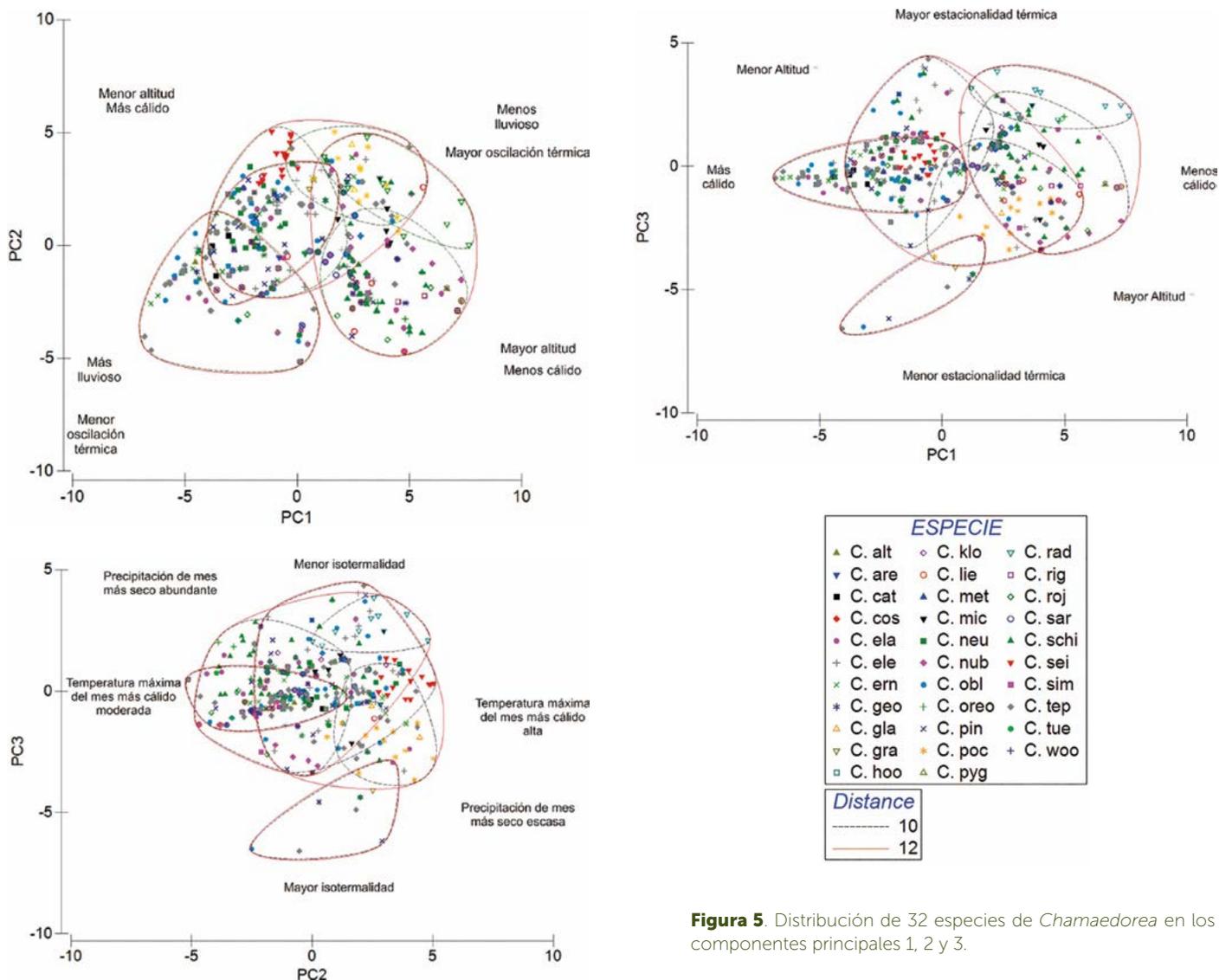


Figura 5. Distribución de 32 especies de *Chamaedorea* en los componentes principales 1, 2 y 3.

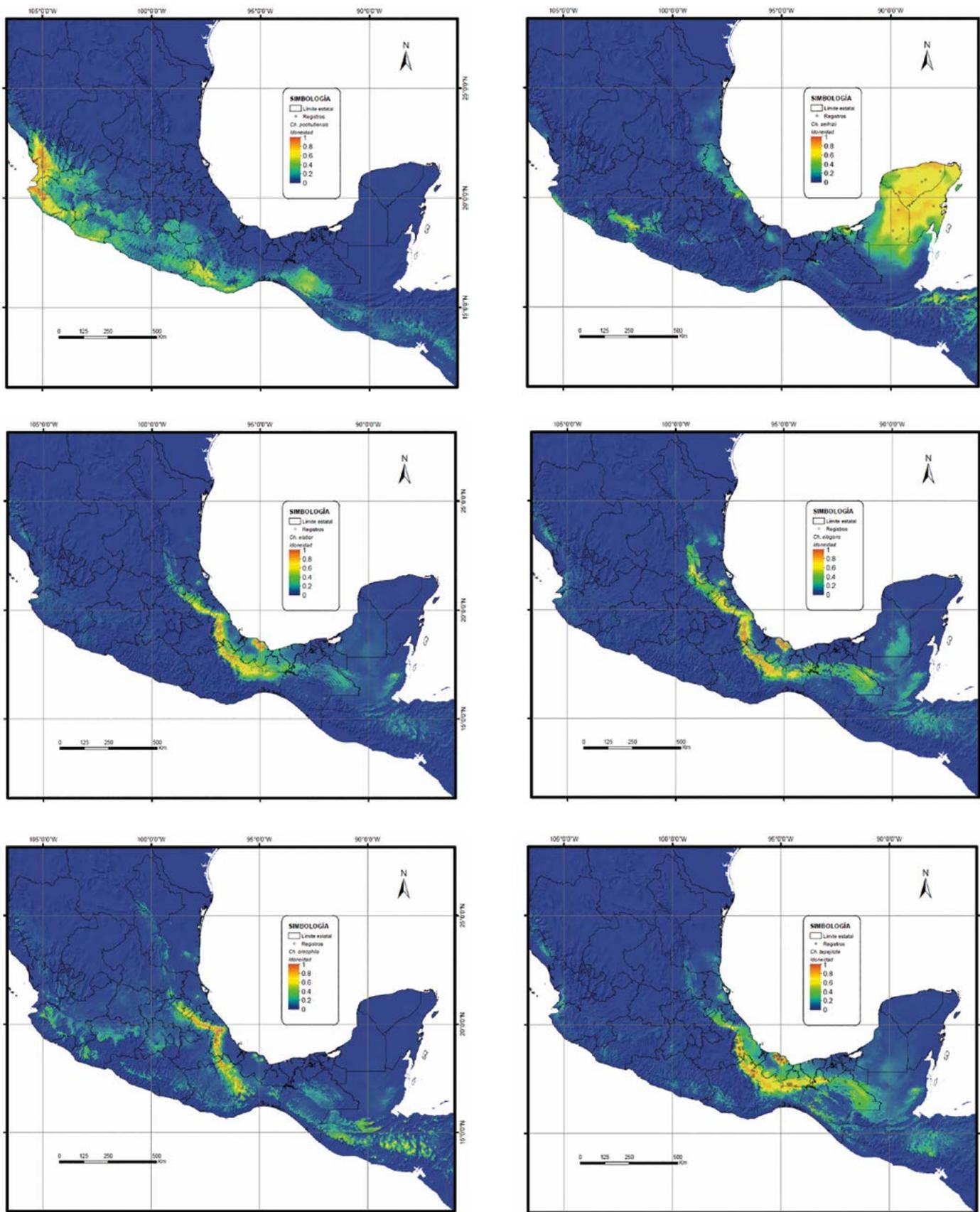


Figura 6. Distribución potencial de *C. pochutlensis*, *Ch. seifrizii*, *Ch. elatior*, *Ch. elegans*, *Ch. orephila* y *Ch. tepejilote* en México. Resolución espacial: 30 segundos.

Cuadro 4. Tamaño relativo* del nicho climático de especies de *Chamaedorea* en México.

Especie	Tamaño relativo
<i>C. cataractarum</i>	0.1
<i>C. elatior</i>	31.7
<i>C. elegans</i>	30.9
<i>C. ernesti-augusti</i>	12.1
<i>C. geomiformis</i>	8.1
<i>C. klotzschiana</i>	0.4
<i>C. liebmannii</i>	10.2
<i>C. metallica</i>	0.0
<i>C. microspadix</i>	2.9
<i>C. neurochlamys</i>	1.6
<i>C. nubium</i>	3.3
<i>C. oblongata</i>	21.9
<i>C. oreophila</i>	5.5
<i>C. pinnatifrons</i>	38.1
<i>C. pochuttensis</i>	9.9
<i>C. radicalis</i>	4.4
<i>C. rojasiana</i>	3.2
<i>C. sartorii</i>	2.0
<i>C. schiedeana</i>	25.5
<i>C. seifrizii</i>	0.2
<i>C. tepejilote</i>	64.5

* Basado en el elipsoide de volumen mínimo del género.

Cuadro 5. Traslape de nichos ambientales* de especies del género *Chamaedorea* en México.

	<i>C. cataractarum</i>	<i>C. elatior</i>	<i>C. elegans</i>	<i>C. ernesti-augusti</i>	<i>C. geomiformis</i>	<i>C. klotzschiana</i>	<i>C. liebmannii</i>	<i>C. metallica</i>	<i>C. microspadix</i>	<i>C. neurochlamys</i>	<i>C. nubium</i>	<i>C. oblongata</i>	<i>C. oreophila</i>	<i>C. pinnatifrons</i>	<i>C. pochuttensis</i>	<i>C. radicalis</i>	<i>C. rojasiana</i>	<i>C. sartorii</i>	<i>C. schiedeana</i>	<i>C. seifrizii</i>	<i>C. tepejilote</i>	
<i>C. cataractarum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>C. elatior</i>	0.7	0.0	0.3	0.2	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.2	0.6	0.2	0.1	0.1	0.1	0.7	0.0	0.0	0.4	
<i>C. elegans</i>	0.3	0.3	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.1	0.6	0.2	0.1	0.1	0.1	0.6	0.0	0.0	0.4	
<i>C. ernesti-augusti</i>	0.4	0.0	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.4	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.0	0.2		
<i>C. geomiformis</i>	0.0	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.3	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.1	0.0	0.1	0.3	0.0	0.1			
<i>C. klotzschiana</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0			
<i>C. liebmannii</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.0	0.1				
<i>C. metallica</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
<i>C. microspadix</i>	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0			
<i>C. neurochlamys</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0			
<i>C. nubium</i>	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0				
<i>C. oblongata</i>	0.1	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.0	0.3	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5	0.0	0.3				
<i>C. oreophila</i>	0.1	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1					
<i>C. pinnatifrons</i>	0.2	0.1	0.1	0.1	0.6	0.0	0.5	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.6	0.0	0.5							
<i>C. pochuttensis</i>	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
<i>C. radicalis</i>	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
<i>C. rojasiana</i>	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
<i>C. sartorii</i>	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
<i>C. schiedeana</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
<i>C. seifrizii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
<i>C. tepejilote</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					

*. El traslape está expresado en una escala de 0 a 1. Las celdas marcadas en amarillo corresponden a valores menores a 0.05 y las azules a valores mayores a 0.6

como *C. cataractarum*, *C. metallica* y *C. seifrizii* viven bajo condiciones ambientales poco similares al resto de las especies.

CONCLUSIONES

En el territorio mexicano el género *Chamaedorea* está representado por 51 especies nativas que lo hace depositario de poco

más la mitad de la diversidad existente a nivel mundial. Las estimaciones del número potencial de especies, el nivel de endemismo observado en el territorio, especificidad de los nichos de numerosos taxa y velocidad con la que se han transformado los ambientes en los que se distribuyen, dejan clara la necesidad de incrementar la prospección y protección de este recurso forestal no maderable.

LITERATURA CITADA

- Bjorholm S., Svenning J.C., Skov F., Balslev H. 2005. Environmental and spatial controls of palm (Arecaceae) species richness across the Americas. *Global Ecology and Biogeography*. 14: 423–429.
- Bjorholm S., Svenning J.C., Baker W.J., Skov F., Balslev H. 2006. Historical legacies in the geographical diversity patterns of New World palm (Arecaceae) subfamilies. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 151:113–125.
- Brummitt R.K. 2001. *World Geographical Scheme for Recording Plant Distributions*, ed 2. Hunt Institute for Botanical Documentation, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, Penna. 138 p.
- Challenger A., Dirzo R. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En *Capital natural de México*. Vol. II: Estado de la conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp 37-73.
- Dormann C.F., Elith J., Bacher S., Buchmann C., Carl G., Carré G., García Marquéz J.R., Gruber B., Lafourcade B., Leitão P.J., Münkemüller T., McClean C., Osborne P.E., Reineking B., Schröder B., Skidmore A.K., Zurell D., Lautenbach S. 2013. Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*. 36(1): 27-46
- Dransfield J., Uhl N.W., Asmussen C.B., Baker W.J., Harley M.M., Lewis C.E. 2008. *Genera palmarum: evolution and classification of palms*. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México. 246 p.
- García E., Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. *Climas'* (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.
- Govaerts R., Dransfield J. 2005. *World Checklist of Palms*. Ed. Kew Publishing. 235 p.
- Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., Jarvis A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- Hijmans R.J., Guarino L., Mathur P. 2012. *DIVA-GIS Version 7.5 Manual*. University of California Berkeley CA. 71 p.
- Hodel D.R. 1992. *Chamaedorea palms. The species and their cultivation*. The International Palm society and Allen Press. Kansas. 338 p.
- Hodel D.R. 2013. *Chamaedorea palms 20 years after*. *Palms*. 57:161-175.
- Olson D.M., Dinerstein E., Wikramanayake E.D., Burgess N.D., Powell G.V.N., Underwood E.C., D'Amico J.A., Itoua I., Strand H.E., Morrison J.C., Loucks C.J., Allnutt, T.F., Ricketts T.H., Kura Y., Lamoreux J.F., Wettengel W.W., Hedao P., Kassem K.R. 2001. *Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth*. *Bioscience*. 5: 933-938.
- Quero H.J. 1994. *Flora de Veracruz. Palmae*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. 188 p.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 30 de diciembre de 2010.



ANTAGONISMO *in vitro* DE *Trichoderma asperellum* CONTRA *Fusarium* sp. AGENTE CAUSAL DE GOMOSIS EN CÍTRICOS

In vitro ANTAGONISM OF *Trichoderma asperellum* AGAINST *Fusarium* sp., CAUSAL AGENT OF CITRUS GUMMOSIS

Silva-Martínez, K.L.¹; Raúl Allende-Molar, R.²; Vázquez-Luna, D.³; González-Cárdenas, J.C.¹; Murguía-González, J.^{4*}

¹Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana. Carretera Tuxpan-Tampico Km 7.5. CP 92860. Col. Universitaria. Tuxpan Veracruz. ²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) - Unidad Culiacán. Km 5.5 carretera El dorado Campo El diez CP 80110. Culiacán, Sinaloa. ³Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria. Universidad Veracruzana. Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria. Carretera Costera del Golfo km. 220. Col. Agrícola y Ganadera Michapan, C.P. 96100, Acayucan, Veracruz, México. ⁴Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Región Orizaba-Córdoba. Universidad Veracruzana. Peñuela Amatlán SN, Centro, 94945 Amatlán de los Reyes Veracruz, Ver.

*Autor de correspondencia: jmurguia@uv.mx

RESUMEN

En esta investigación se evaluó la capacidad antagónica de una cepa de *Trichoderma asperellum* contra *Fusarium* sp., identificado como un agente causal de la gomosis en *Citrus sinensis*. Se estableció un diseño completamente al azar con tres tratamientos (T1=*T. asperellum* contra *Fusarium* sp.; T2=*T. asperellum*; T3=*Fusarium* sp.) y 10 repeticiones. Los datos de antagonismo se obtuvieron mediante la técnica de cultivos duales en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA); y cada 24 horas se obtuvieron porcentajes de inhibición del crecimiento radial (PICR). Los resultados indicaron el grado de antagonismo de *T. asperellum* (Ta15b), clasificándose en 2 y 1 de la escala de Bell, al enfrentarla contra *Fusarium* sp., el contacto entre hifas se presentó al cuarto día de haberse confrontado. Se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, el PICR varió de 71% a 86.6%. *T. asperellum* mostró competencia por espacio y nutrimentos frente a *Fusarium* sp. Los resultados sugieren que el primero podría ser un biocontrol efectivo para reducir el crecimiento radial de *Fusarium* sp.

Palabras clave: Control biológico; inhibición; enfermedades en plantas; cultivos duales.

ABSTRACT

In this study, the antagonistic capacity of a strain of *Trichoderma asperellum* against *Fusarium* sp., was evaluated, which is identified as a causal agent of gummosis in *Citrus sinensis*. A completely random design was established, with three treatments (T1=*T. asperellum* versus *Fusarium* sp.; T2=*T. asperellum*; T3=*Fusarium* sp.) and 10 repetitions. The data for antagonism were obtained through the technique of dual cultures in potato dextrose agar (PDA) culture medium; and root growth inhibition percentages (RGIP) were obtained every 24 hours. The results indicated the degree of antagonism of *T. asperellum* (Ta15b), classifying it as 2 and 1 of the Bell scale, when confronting it against *Fusarium* sp.; the contact between hyphae was evident on the fourth day since being confronted. Significant differences were found ($p \leq 0.05$) between the treatments; the RGIP varied from 71% to 86.6%. *T. asperellum* showed competition over space and nutrients against *Fusarium* sp. The results suggest that the first could be an effective biocontrol to reduce the radial growth of *Fusarium* sp.

Keywords: Biological control, inhibition, plant diseases, dual cultures.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 6, junio. 2016. pp: 20-25.

Recibido: febrero, 2016. **Aceptado:** abril, 2016.

INTRODUCCIÓN

La citricultura a nivel mundial, representa una oportunidad de ingresos en al menos 50 países, entre los que destacan: China, Brasil, Estados Unidos y México (FEDERCITRUS, 2015). En México, la producción de cítricos está concentrada en 549 mil hectáreas, donde se cultiva naranja (*Citrus sinensis*) (75%), limón (*Citrus sp.* (16%), mandarina (*Citrus x tangerina*) (5%) y toronja (*Citrus x paradisi*) (4%). La citricultura tiene importancia económica y social, debido a que se producen siete millones de toneladas de cítricos al año, con un valor de más de \$16,000 millones de pesos (SAGARPA-SIAP, 2014). En México, el estado de Veracruz es el principal productor con una superficie sembrada de 230 mil hectáreas, en las que se concentra el 45% de la producción total. Los cítricos son afectados por diversos factores que demeritan el valor comercial de la cosecha, incrementando costos y limitando la producción (Timmer *et al.*, 2000). Entre los factores más importantes se encuentran los problemas fitopatológico causadas por hongos debido a su persistencia y amplia distribución (Rocha-Peña y Peña, 2009). La gomosis de los cítricos es una enfermedad que puede ser ocasionada por diferentes patógenos, tales como, *Fusarium spp.*, cuya sintomatología es un exudado de goma en las ramas y en la base del tallo (Klotz, 1950). Para el control de esta enfermedad, se han propuesto diversas alternativas culturales, físicas, químicas y recientemente, mediante el uso de agentes biológicos. Tal es el caso de los organismos antagonistas, que inhiben el desarrollo de otros microorganismos, y los géneros más empleados son *Streptomyces*, *Pseudomonas*, *Bacillus* y *Trichoderma* (Ezziymani *et al.*, 2004). Con base en lo anterior, se evaluó la capacidad antagónica de *Trichoderma asperellum* frente a un aislado de *Fusarium sp.* proveniente de *Citrus sinensis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo: Las muestras fueron tomadas de 20 árboles de 16 años de la variedad valencia (*Citrus sinensis* L.), provenientes de una huerta ubicada en el ejido La Laja de Coloman, en Tuxpan, Veracruz, México. Se seleccionaron árboles con sintomatología típica de gomosis: exudado de goma, agrietamiento, presencia de cancro y exposición de leña (Acosta-Pérez *et al.*, 2014). Con una navaja esterilizada se cortaron pequeños segmentos de tejido vegetal de 2 mm de diámetro hasta alcanzar 2 mm de tejido sano, ubicados en los primeros 60 cm de la base del tronco.

Procesamiento de la muestra. Las muestras se desinfectaron por inmersión en una solución acuosa de hipoclorito de sodio a una relación de 1:3 v/v (10 mL de cloro y 30 mL de agua destilada estéril). Las muestras se sumergieron por 30 s, inmediatamente se lavaron tres veces con agua destilada estéril. Cada fase de lavado fue de 60 s (Acosta-Pérez *et al.*, 2014). Se preparó el medio de cultivo Papa, Dextrosa y Agar (PDA), compuesto por 200 g de papa previamente pelada, 20 g de dextrosa (BDBioxon®), 15 g de agar bacteriológico (BDBioxon®) y 1000 mL de agua destilada, una vez mezclado se esterilizó en autoclave a una temperatura constante de 120 °C por 20 min. Posteriormente se dejó enfriar por 40 min y se vaciaron 25 mL aproximadamente en cada caja de Petri. hasta su solidificación y posteriormente se colocó un segmento de corteza infectada en cada placa con PDA.

Identificación del patógeno. La identificación del agente causal de la enfermedad se realizó mediante la observación directa de las características del micelio de la colonia y las estructuras reproductivas del hongo en medio de cultivo PDA, con la ayuda de un microscopio óptico, con los objetivos 10x y 40x, utilizando las claves taxonómicas descritas por Barnett y Hunter (1999) y Leslie y Summerell (2006).

Obtención de los microorganismos. La cepa de *Trichoderma asperellum* Ta15b fue proporcionada por AGROBIOL V&R SAC, aislada originalmente de suelos cultivados de aguacate (*Persea americana* Mill.) de la zona de El Porvenir, Perú. Mantenido en piezas pequeñas de papel con sílica gel dentro de un frasco refrigerado a 5 °C hasta su reactivación. La cepa se conservó en medio PDA a 9 °C. Se utilizó un diseño completamente al azar con 10 repeticiones y tres tratamientos, de los cuales dos representaron los testigos (antagonista y el patógeno por separado). Los tratamientos fueron: T1=*T. asperellum* Ta15b frente a *Fusarium sp.*; T2=*T. asperellum* Ta15b; y TC=*Fusarium sp.* Se utilizaron cajas Petri de vidrio de 9 cm de diámetro. Cada caja fue considerada como unidad experimental y se sembraron 10 con cada tratamiento.

Evaluación *in vitro* de cepas de *Trichoderma asperellum* contra *Fusarium sp.*

En medio PDA se colocó una pieza pequeña de papel impregnado de *Trichoderma asperellum* (Ta15b). Transcurridos nueve días, el micelio cubrió por completo la caja Petri. Caso similar para el caso de *Fusarium sp.*,

llenando por completo la caja de Petri a los 14 días después de haberse reaislado. La evaluación se realizó empleando la técnica de cultivos duales colocando en un extremo un disco (de PDA+micelio de *Fusarium* sp. de 2 mm de diámetro) y en el extremo opuesto (un disco de PDA+micelio de *T. asperellum*) a una distancia de 5 cm aproximadamente entre ellos y a 1 cm del borde. Los controles de crecimiento fueron cada una de las cepas (antagonismo y patógeno) sembradas en cajas separadas. Las cajas Petri fueron incubadas a temperatura de 26 °C a 30 °C y luz ambiente. Se hicieron mediciones cada 24 h del crecimiento radial. El antagonismo de *T. asperellum* se comprobó estudiando las siguientes variables: Actividad antagónica, basado en la escala de Bell *et al.* (1982), Radio de crecimiento del antagonista (RCA), Radio de crecimiento del patógeno (RCP), y Porcentaje de inhibición del crecimiento radial (PICR), determinado por la fórmula utilizada por Ezziyani *et al.* (2004).

$$PICR = (R1 - R2) / R1 \times 100$$

donde $R1$ es el radio patógeno testigo y $R2$ es el radio del patógeno enfrentado con el antagonista. El análisis estadístico fue varianza (Kruskal-Wallis) y medidas comparadas por la prueba estadística R (R CoreTeam, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los aislamientos obtenidos presentaron crecimiento radial en 72 horas, originando colonias de color blanco cristalino, algodonoso y en algunos casos con crecimiento un poco elevado; transcurridas 96 horas, algunas colonias se tornaron de naranja a color marrón (Figura 1 A, B). Se observaron en el microscopio hifas hialinas, septadas y pálidas, a partir del octavo día se obtuvieron esporas de tipo macroconidios: ligeramente curvas en forma de canoa, con dos o tres septos transversales de 20.93 μm de largo y 3.425 μm de ancho; y microconidios escasos, hialinos con forma elipsoidal, con 7.99 μm de largo y 2.915 μm de ancho (Figura 1 C, D).

Evaluación *in vitro* de cepas de *T. asperellum* contra *Fusarium* sp.

Las observaciones macroscópicas evidenciaron la interacción antagonista-patógeno (Figura 2), todos los aislamientos duales con *T. asperellum* presentaron radios de crecimientos superiores al patógeno de *Fusarium* sp. al cuarto día de haberse sembrado. Fernández y Suarez (2009) reportan 7.42 cm de crecimiento de *T. harzianum* al décimo día confrontado al patógeno: *F. oxysporum* con un crecimiento radial de 1.99 cm, estos resultados coinciden con los presentados por Suarez *et al.* (2008)

quienes encontraron un desarrollo radial de 7.5 cm de *T. harzianum* frente a *F. solani* (1.6 cm), como los obtenidos en este trabajo. Con respecto a la variable días al primer contacto entre hifas, Michel-Aceves *et al.* (2013) reportan que aislamientos de *Trichoderma* spp., frente a *Sclerotium rolfisii* Sacc., que ejercieron contacto a los dos días de haberse sembrado en cultivos duales. En este estudio, las cepas en aislamientos duales entraron en contacto a los cuatro días de haberse sembrado, los resultados coinciden con el tiempo reportado por Ezziyani *et al.* (2004), quienes mencionan que la zona de inhibición de *T. harzianum* frente a *Phytophthora capsici* aumenta con forme transcurre el tiempo y aumenta su capacidad de destrucción sobre el micelio.

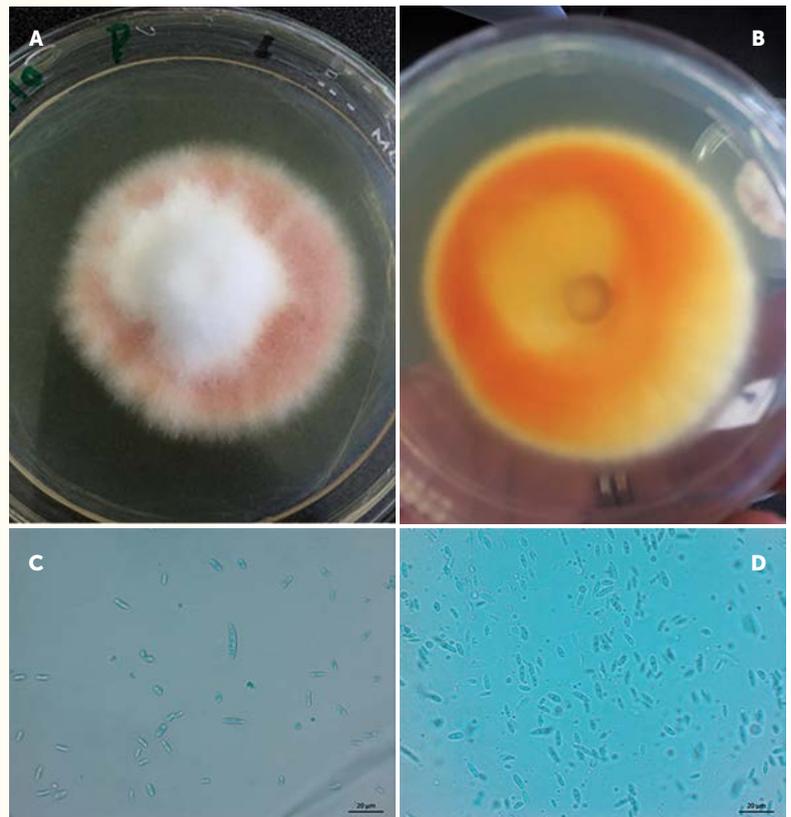


Figura 1. Aislado de *Fusarium* sp. en medios de cultivo PDA, A: vista frontal, B: vista posterior. C-D: Macro y microconidios de *Fusarium* sp. observados en microscopio óptico a 40x.

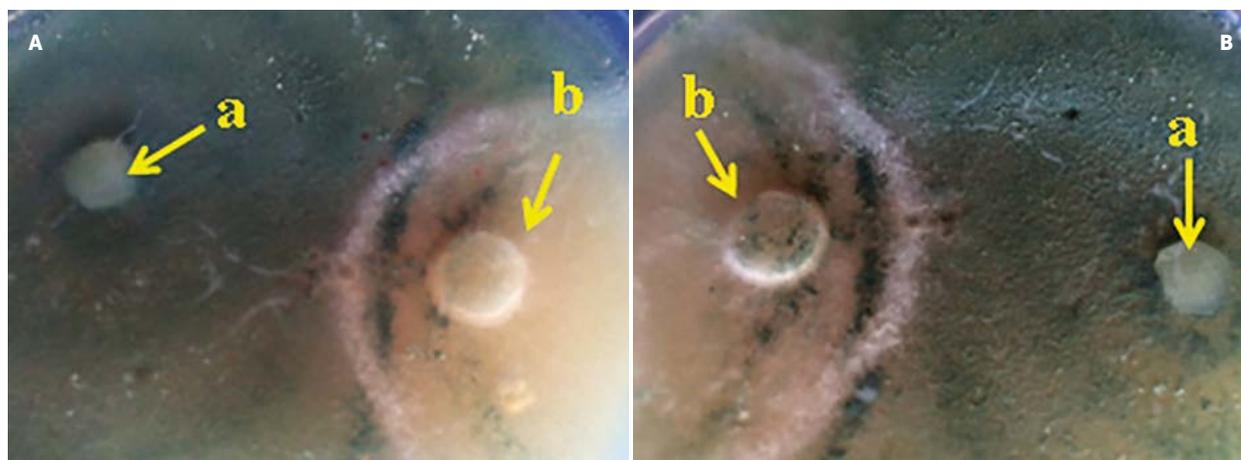


Figura 2. Inhibición del crecimiento radial del antagonista al patógeno en pruebas duales, A) Disco de micelio de *Trichoderma asperellum*, B) Disco de micelio de *Fusarium* sp.

El análisis realizado indica que existen diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) en el porcentaje de inhibición obtenido en cada uno de las confrontaciones Patógeno-antagonista. Los resultados obtenidos demuestran que siete de las confrontaciones duales presentaron un PICR superior al 81%; clasificándose con un valor 2 de acuerdo a la escala de Bell *et al.* (1982), lo que representa un alto grado de inhibición (Cuadro 1) aunque sin alcanzar el grado máximo. Estos resultados son considerados con alto grado de inhibición, debido a que el antagonista tiene cualidades micoparasitarias. Guigón-López *et al.* (2010) obtuvieron porcentajes de inhibición de 5% a 14% en confrontaciones duales entre *T. asperellum* y *Fusarium* sp. lo cual pudo deberse a la producción de compuestos volátiles que inhibieron el crecimiento de *Trichoderma* spp. (Rios-Velsaco *et al.*, 2015). Sin embargo, Sánchez *et al.* (2015) y Rios-Velsaco *et al.* (2015) reportan entre 40% y 43.4% de inhibición de *T. atroviride* y *T. asperellum* respectivamente, contra *F. oxysporum* sugiriendo la presencia de compuestos bioactivos. Fernández y Suárez (2009) indicaron que *T. harzianum* produce el mayor PICR a los 10 días, con

valores superiores a 64% confrontado con *F. oxysporum*; sin embargo, Infante *et al.* (2011) indican que *T. asperellum* inhibe de 80% a 100% a *F. oxysporum*, estos resultados coinciden con los obtenidos por Martínez *et al.* (2013) quienes informan que *T. asperellum* inhibe el crecimiento de *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm en más de 75%, de forma semejante a los registrados en esta investigación. *Trichoderma* spp. ejerce un meca-

nismo de acción antagonica mediante la secreción de proteínas extracelulares (Cheng *et al.*, 2012). Lo anterior, coloca a *T. asperellum* en un grado 2 y 1 en la escala de Bell *et al.* (1982), y son cifras similares a las presentadas en este ensayo.

Al compararse el RCP con el RCA, se observó que el crecimiento radial del patógeno fue lento, alcanzando un promedio de 0.955 cm a

los nueve días en comparación del T3, que en el mismo tiempo alcanzó un crecimiento de 7.68 cm (Cuadro 2).

La evaluación estadística ($p \leq 0.05$), mostró diferencias significativas entre las pruebas duales, donde se detectaron variaciones en el efecto inhibitorio que ejerció *T. asperellum* sobre la esporulación de *Fusarium* sp. (Figura 3).

Cuadro 1. Escala de antagonismo *in vitro* para *Trichoderma* spp. (Bell *et al.*, 1982).

Grados de la Escala	Características de cada grado de la escala
Grado 1	<i>Trichoderma</i> spp. crece completamente sobre la colonia del patógeno y cubre la superficie del medio de cultivo.
Grado 2	<i>Trichoderma</i> spp. crece al menos sobre las dos terceras partes de la superficie del medio de cultivo
Grado 3	<i>Trichoderma</i> spp. y el patógeno cubren aproximadamente la mitad de la superficie del medio de cultivo
Grado 4	El patógeno crece al menos en dos terceras partes del medio de cultivo limitando el crecimiento de <i>Trichoderma</i> spp.
Grado 5	El patógeno crece sobre la colonia de <i>Trichoderma</i> spp. ocupando toda la superficie del medio de cultivo

Cuadro 2. Crecimiento micelial, porcentaje de inhibición y grado de antagonismo de *T. asperellum* y *Fusarium* sp. en cultivos duales.

<i>T. asperellum</i> Ta15b frente <i>Fusarium</i> sp. FUV19C (cm)	^a RCA (cm) <i>T. asperellum</i>	^b RCP (cm) <i>Fusarium</i> sp.	^c PICR (%)	Antagonismo clase
7.5 - 1.2	8.22	7.94	73.33 e	2
7.5 - 1.3	8.13	7.86	71.11 f	2
7.5 - 0.8	8.32	7.72	82.22 c	1
7.5 - 0.85	8.32	7.7	81.11 c	1
7.5 - 0.6	8.39	7.5	86.67 a	1
7.5 - 1	8.28	7.7	77.78 d	1
7.5 - 0.6	8.18	7.5	86.52 a	1
7.5 - 1.2	8.14	7.54	72.73 e	2
7.5 - 1.3	8.07	7.68	71.11 f	2
7.5 - 0.7	8.16	7.58	84.09 b	1

a=Radio del crecimiento del antagonístico, b=Radio del crecimiento del patógeno, c=Porcentaje de inhibición del crecimiento radial.

CONCLUSIONES

T. asperellum mostró antagonismo *in vitro* frente al crecimiento de *Fusarium* sp., por lo que el uso de *T. asperellum* puede ser efectivo en reducir daños de gomosis en cítricos.

AGRADECIMIENTOS

A la M. Sc. Fanny I. Varela Rodríguez y al Tc. Jorge L. Huamanchumo Neyra por la donación de *Trichoderma asperellum*, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (ConacyT) por el financiamiento a los estudios de Silva-Martínez.

LITERATURA CITADA

Acosta-Pérez J.A., Ortiz-García C.F., Zaldívar-Cruz J.M., Rodríguez-Cuevas M., Bautista-Muñoz C.C., De la Cruz Castillo-Aguilar C. 2014. Identificación del agente causal e importancia de la gomosis en la zona citrícola de Huimanguillo, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 28(3): 245-258.

Barnett H.L., Hunter B.B. 1999. *Illustrated General of Imperfect Fungi*, 4th edition, Burgess Publishing Company, Minnesota, EE. UU. 218 p.

Bell D., Well H., Markham C. 1982. "In vitro" antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. *Phytopathology* 72: 379-382.

Cheng, C.H., Yang, C.A., Peng K.C. 2012. Antagonism of *Trichoderma harzianum* ETS 323 on *Botrytis cinerea* mycelium in culture conditions. *Phytopathology*, 102(11): 1054-1063.

Ezziyyani M., Sánchez C.P., Requena M.E., Rubio L., Castillo M.E.C. 2004. Biocontrol por *Streptomyces rochei*-Ziyani-, de la podredumbre del pimiento (*Capsicum annuum* L.) causada por *Phytophthora capsici*. In *Anales de Biología*. 26: 61-68.

Fernández B. R., Suárez M.C. 2009. Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma harzianum* Rifai sobre *Fusarium oxysporum*

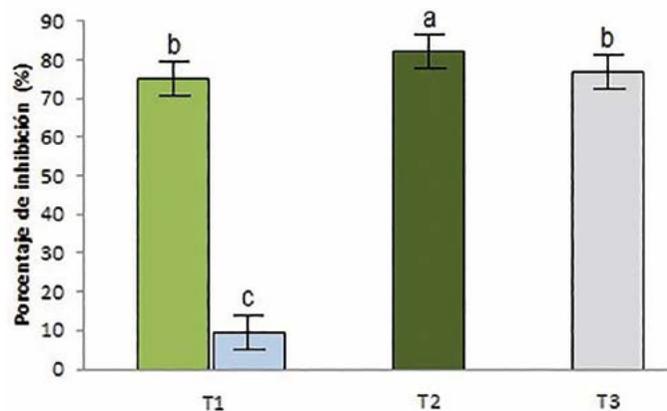


Figura 3. Efecto de tratamientos sobre el porcentaje de inhibición del crecimiento radial entre *Trichoderma asperellum* frente a *Fusarium* sp. T1=*T. asperellum*-Ta15b frente *Fusarium* sp, T2=*T. asperellum* Ta15b, y T3=*Fusarium* sp. (Medias con letras iguales estadísticamente no difieren entre sí, con la prueba de medias de Tuckey $\alpha=0.05$)

Sch. f.sp *passiflorae* en maracuyá (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa*) del municipio zona bananera colombiana. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 62: 4743-4748.

FEDERCITRUS. 2015. La actividad citrícola Argentina. Federación Argentina del Citrus. Informa Sector Citrícola. Sistemas productivos regionales-CFI. 4 p. http://www.feder citrus.org/noticias/upload/informes/La_Actividad_Citrícola_2015.pdf. Fecha de consulta 2 de enero de 2016.

Guigón-López C., Guerrero-Prieto V., Vargas-Albores F., Carvajal-Millán E., Ávila-Quezada G.D., Bravo-Luna L., Lorito M. 2010. Identificación molecular de cepas nativas de *Trichoderma* spp. su tasa de crecimiento *in vitro* y antagonismo contra hongos fitopatógenos. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 28(2): 87-96.

Infante D., González N., Reyes Y., Martínez B. 2011. Evaluación de la efectividad de doce cepas de *Trichoderma asperellum*

- Samuels sobre tres fitopatógenos en condiciones de campo. *Revista de Protección Vegetal*, 26(3): 194-197.
- Klotz L.J. 1950. Gum diseases of *Citrus* in California. Circular. California Agricultural Experiment Station. 396 p.
- Leslie J.F., Summerell B. A. 2006. The *Fusarium* laboratory manual. Blackwell Publishing. Oxford (England). 387 p.
- Martínez B., Pérez J., Infante D., Duarte Y., Moreno M. 2013. Antagonismo de aislamientos de *Trichoderma* spp. frente a *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm. *Revista de Protección Vegetal*, 28(3): 192-198.
- Michel-Aceves A.C., Otero-Sánchez M.A., Ariza-Flores R., Barrios-Ayala A., Alarcón-Cruz N. 2013. Eficiencia biológica de cepas nativas de *Trichoderma* spp., en el control de *Sclerotium rolfsii* Sacc., en cacahuete. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3): 89-107.
- R Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org>.
- Rios-Velsaco C., Caro-Cisneros J., Berlanga-Reyes D., Ruiz-Cisneros M.F., Ornelas-Paz J., Salas-Marina M., Guerrero-Prieto V. 2015. Identificación y actividad antagónica in vitro de aislados de *Bacillus* spp. y *Trichoderma* spp. contra hongos fitopatógenos comunes. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 34(1): 84-99.
- Rocha-Peña M.A. Padrón-Chávez J.E. 2009. El cultivo de los cítricos en el estado de Nuevo León. Libro científico. 325-328 pp.
- Rocha-Peña M.A., Peña del Río M.A. 2009. Prevención y manejo de enfermedades de cítricos. En: Rocha-Peña, M.A., y Padrón-Chávez, J.E. (eds). EL cultivo de los cítricos en el estado de Nuevo León. Libro Científico No. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. CIRNE. Campo Experimental General Terán. México. 324-356 pp.
- SAGARPA-SIAP 2014. Anuario estadístico de la producción agrícola. http://reportes.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp. Fecha de consulta 15 de enero del 2016
- Sánchez A.D., Barrera V., Reybet G.E., Sosa M.C. 2015. Biocontrol con *Trichoderma* spp. de *Fusarium oxysporum* causal del "mal de almácigos" en pre y post emergencia en cebolla. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 114(1): 61-70.
- Suárez M.C.L., Fernández B.R.J., Osvaldo V.N, Gámez C.R.M., Páez R.A.R. 2008. Antagonism *in vitro* of *Trichoderma harzianum* Rifai on *Fusarium solani* (Mart.) associated with the wilt in maracuyá. *Rev. Colomb. Biotecnol.* X(2): 35-43.
- Sanmartín N.P., López X., Rueda E.A. 2012. Análisis del modo de acción y de la capacidad antagónica de *Trichoderma asperellum* sobre *Colletotrichum gloeosporioides* y *Fusarium* sp. *Revista Tumbaga* 2: 1-21.
- Timmer L.W., Garnsey S.M., Graham J.H. 2000. Compendium of Citrus Diseases, 2nd edition. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.



EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE ETILENO PARA PROLONGAR LA VIDA DE FLORERO DE *Gardenia jasminoides* Ellis

EVALUATION OF ETHYLENE INHIBITORS TO EXTEND THE VASE LIFE OF *Gardenia jasminoides* Ellis

Alduci-Martínez, F.J.¹; Leyva-Ovalle, O.R.¹; Cruz-Cruz, C.A.²; Núñez-Pastrana, R.^{1*}

¹Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Camino Peñuela-Amatlán s/n, Municipio de Amatlán de los Reyes, Ver., C.P. 94945. ²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Prolongación Av. Oriente 6 1009, Col. Rafael Alvarado, Orizaba, Ver., C.P. 94340.

*Autor de correspondencia: ronunez@uv.mx

RESUMEN

La gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis), es una planta ornamental altamente apreciada por su fragancia y coloración blanca; sin embargo, una desventaja durante su comercialización es la corta vida poscosecha marcada por un cambio en la coloración de la flor. La inhibición de la acción del etileno se ha aprovechado como estrategia para prolongar la vida de florero de algunas plantas ornamentales, por ello, se evaluó la aplicación de dos inhibidores de etileno, con el propósito de prolongar la vida de florero de la gardenia. Los inhibidores se aplicaron durante 4, 12 y 24 h en flores cortadas en diferentes estadios de desarrollo. Se evaluó como parámetros de senescencia el peso fresco, color de pétalos, longevidad floral y en el tratamiento con 1-MCP, la epinastia floral. Los resultados demostraron que el 1-MCP retardó la senescencia aplicado en flores en la fase conocida como "rayada" durante 24 h, incrementó la vida de florero casi dos días.

Palabras clave: senescencia, 1-MCP, flores, poscosecha.

ABSTRACT

Gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) is an ornamental plant highly appreciated for its fragrance and coloration; however, one of its disadvantages during its commercialization is its short post-harvest life marked by a change in the flower coloration. The action inhibition of ethylene has been taken advantage of as a strategy to extend the vase life of some ornamental plants, and thus, the application of two ethylene inhibitors was evaluated, with the purpose of extending the vase life of gardenia. The inhibitors were applied for 4, 12 and 24 h in flowers cut in different stages of development. As parameters of senescence the following were evaluated: fresh weight, color of petals, flower longevity, flower epinasty, and application of 1-MCP. The results showed that the 1-MCP delayed the senescence when applied on flowers in the phase known as "striped" during 24 h, increasing the life of the vase almost two days.

Keywords: senescence, 1-MCP, flowers, post-harvest.



INTRODUCCIÓN

La gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) (Rubiaceae) es un arbusto perenne originario de China, y es una de las especies con mayor importancia dentro del género, con alta diversidad de variedades diferenciadas principalmente por el tamaño de planta, flor, y complejidad (sencillas o doble) (Kobayashi y Kaufman, 2006). El color blanco de la gardenia y su agradable fragancia, son las principales características que le brindan importancia ornamental, y el fruto, es altamente apreciado por la medicina tradicional China; existen diferentes reportes que indican sus propiedades medicinales, incluidas su actividad antioxidante, antihiperlipidémica, protección de las células neuronales y contra desordenes hepáticos (Lee *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2006; Choi *et al.*, 2007; He *et al.*, 2010; Debnath *et al.*, 2011; Meng *et al.*, 2013). En Veracruz, México, los principales municipios que producen la gardenia son Santa Ana Atzacan, La Perla, Fortín e Ixhuatlancillo (Demeneghi, 2015, comunicación personal), y una desventaja para comercializar eficientemente la flor es su corta vida poscosecha, la cual varía de dos a siete días y depende de la fase (estadio) de desarrollo en la cual se corta la flor, así como de la temperatura a la cual se almacene. La flor se corta en tres fases dependiendo de su color, es decir, alimonada (color verde claro con el botón floral cerrado), rayada (botón floral comienza a abrirse, bordes de pétalos de coloración verde y el resto del pétalo es blanco), y blanca (botón floral aún no se abre completamente y los pétalos son completamente blancos) (Figura 1). Uno de los principales factores que afectan la calidad de la flor es el cambio de su coloración, de blanca a amarilla, un proceso que caracteriza su senescencia, que representa la última fase del desarrollo floral, y que también resulta en el marchitamiento o abscisión de la flor completa o alguna de sus partes. A este respecto, se sabe que la senescencia floral es un proceso activo gobernado por un programa de muerte celular bien definido (Kumar *et al.*, 2008a). El etileno es una hormona vegetal que regula muchos aspectos del crecimiento, desarrollo y senescencia; en algunas especies de flor cortada el etileno reduce la longevidad causando marchitamiento, caída de pétalos y pérdida o cambio de color (Reid y Wu, 1992; Shimizu-Yumoto y Ichimura, 2012; Trivellini *et al.*, 2011). Para controlar la respuesta de los tejidos vegetales al etileno existen dos vías, inhibir su biosíntesis o inhibir su acción. El uso de inhibidores es limitado y se ha preferido el uso de compuestos que inhiben la acción del etileno, ya que proveen protección contra el etileno exógeno y endógeno. Algunos productos que actúan como inhibidores son el tiosulfato de plata, que ha sido utilizado en el manejo poscosecha de plantas ornamentales (Hashemabadi, 2014; Ahmad *et al.*, 2016), el ión plata se une al receptor de etileno sustituyendo al ión cobre, limitando la unión del etileno a su receptor, así como, el gas 1-metilciclopropeno (1-MCP), que compite por el sitio receptor del etileno, no es tóxico, es de fácil uso y en bajas dosis prolonga la vida postcorte de la planta (Kou *et al.*, 2012; In *et al.*, 2015). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del tiosulfato de plata y el 1-MCP como inhibidores de etileno sobre la vida poscosecha de tallos florales de gardenia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se cosecharon tallos florales de gardenia blanca entre 15-20 cm de longitud, cultivados en campo abierto en La Sidra, municipio de Santa Ana Atza-

can, Veracruz en tres fases de desarrollo: alimonada, rayada y blanca (Figura 1A, C y D). La cosecha se llevó a cabo durante septiembre y octubre de 2015. Las flores se colocaron en recipientes de plástico de 7 L, los cuales contenían 4 L de agua de garrafón y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, 9 mL del producto EthylGuard® (tiosulfato de plata) (STS); se colocaron 60 flores, 20 de cada fase de desarrollo dispuestas en cajas tapadas manteniendo las flores sumergidas en la solución durante 4 h, 12 h y 24 h. Como testigo, el mismo número de flores se colocó en recipientes que contenían exclusivamente agua. Finalizando cada tratamiento, las flores se colocaron en cajas de cartón forradas en el interior con hojas de platanillo (*Musa* spp), simulando la manera en la que los productores almacenan las flores durante la comercialización, y se realizaron evaluaciones para determinar el comportamiento del ramillete floral durante seis días poscosecha. Para el tratamiento con 1-MCP, se colocaron 60 flores, 20 de cada fase de desarrollo en cajas de cartón forradas en el interior con hojas de platanillo, posteriormente se colocaron cuatro sobres de 1-MCP (EthylBloc™-Sachets®, cada uno con 0.35 mg⁻¹ de ingrediente activo), se rociaron con agua y las cajas se sellaron con plastipack® para evitar la salida del 1-MCP. El tratamiento se aplicó durante 4 h, 12 h y 24 h. El mismo número de flores se colocó en cajas de cartón en ausencia de 1-MCP como testigo. Después de los tratamientos, las flores se colocaron en floreros con agua potable y monitoreó el comportamiento poscosecha durante seis días. Se determinó el peso fresco, color de la flor, longevidad floral y en el tratamiento

con 1-MCP, la epinastía de las flores cada dos días durante los seis del periodo total.

Color de la flor. Inicialmente se realizó la determinación del color en flores sin tratamiento a lo largo de su periodo normal de poscosecha, comprendido por los estadios: tierno (inmadura), alimonada, rayada, blanca, abierta, amarilla y café. Se utilizó el colorímetro Chroma meter CR-400/410 (Konica Minolta) y se determinó el espacio de color $L^*C^*h^*$; que representan la luminosidad del color [L^* , caracterizada por los colores que van desde el negro ($L^*=0$) hasta el blanco ($L^*=100$)]; el croma (C^* , indica el grado que el matiz difiere del gris); y el matiz o tonalidad (h^* , se refiere al nombre del color: rojo, azul, amarillo). El lector de color se colocó en el centro de cada pétalo y se evaluaron tres pétalos por flor en todos los tratamientos.

Longevidad floral. Se determinó que la vida de florero terminaba cuando las flores presentaran coloración amarilla. Se calculó la vida poscosecha media de todas las flores (testigos y tratamientos) y en base a ella se realizaron comparaciones con cada uno de los testigos y tratamientos.

Epinastía floral. Se cuantificaron las flores que presentaban más de 45° epinastía, esta determinación se realizó únicamente en el tratamiento con 1-MCP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Color de la flor de gardenia

A lo largo de la vida poscosecha de la flor de gardenia se observó que la luminosidad (L^*) tiende a aumentar hasta el estadio de flor abierta; es decir, el color tiende

a aclararse, posteriormente disminuye en los estadios de flor amarilla y café, indicando que el color va a oscurecerse (Figura 1). El valor del matiz, h^* , registró un rango de 68.99° - 116° , ubicado entre amarillo y verde; el valor más alto fue en el estadio tierno (Figura 1A, G), reflejando claramente su coloración verde, posteriormente los valores disminuyeron moderadamente pero permanecieron relativamente constantes hasta el estadio amarillo, donde su valor incrementó a 95.16° ; finalmente en el estadio café fue cuando se presentó otra disminución en su valor, indicando la tendencia hacia el color amarillo (Figura 1G). El valor del croma, C^* , fue el que mostró una variación más drástica a lo largo de la vida poscosecha de la flor, sus valores ascendieron moderadamente hasta el estadio rayada, posteriormente se registró una marcada disminución en el estadio de flor abierta, con valor de 6.34 correspondiente a flor blanca, finalmente el valor de C^* volvió a incrementarse en los estadios amarilla y café (Figura 1G).

Peso fresco

El porcentaje de pérdida de peso fresco de los tallos florales durante su almacenamiento poscosecha dependió del tratamiento, tiempo de exposición y estado de desarrollo de la flor. Las flores cosechadas como alimonadas y tratadas durante 4 h y 24 h con STS registraron menor pérdida de peso fresco, respecto a sus testigos; mientras que la flores cosechadas como rayadas, presentaron menor pérdida de peso fresco cuando se trataron durante 12 h con STS, mientras que las flores blancas mostraron menor pérdida de peso fresco cuando se trataron por 4 h y 12 h con STS respecto a sus testigos (Figura 2A). Las flores tratadas con 1-MCP

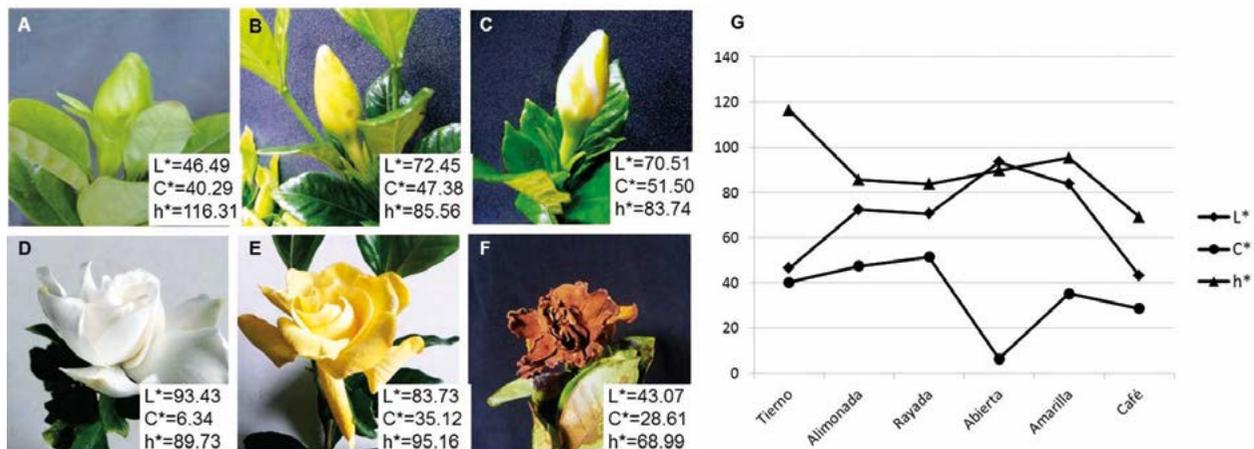


Figura 1. Determinación del color en los diferentes estadios de desarrollo de la gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis). A: tierno, B: alimonada, C: rayada; D: abierta; E: amarilla y F: café. G: variación del color en el espacio $L^*C^*h^*$ a lo largo de los diferentes estadios de desarrollo.

tuvieron mayor porcentaje de pérdida de agua, respecto al tratamiento con STS (Figura 2). Las flores alimonadas y blancas tratadas durante 12 h y 4 h, respectivamente, registraron menor porcentaje de agua respecto a sus testigos (Figura 2B). De manera general, las flores blancas fueron las que presentaron mayor pérdida de peso en el tratamiento con 1-MCP, indicando que cuando las flores se encuentran más cercanas a su periodo final de vida, la pérdida de agua se acelera. Existen reportes que indican que el peso fresco de la rosa (*Rosa* spp.) disminuye en flores tratadas con etileno (Chamani *et al.*, 2005), y en flores de fresa (*Fragaria* spp.) se incrementa con inhibidores de la percepción de la fitohormona; además, la respuesta también depende del tiempo de exposición y concentración del inhibidor (Zencirkiran, 2010).

Color de la flor

Respecto al cambio de coloración de las flores tratadas con STS en diferentes tiempos, no se observó una tendencia clara a lo largo del periodo de análisis que diferenciara a los testigos de los tratamientos en los tres estados de desarrollo; únicamente en flores alimonadas tratadas durante 24 h con STS, se observó un color más claro respecto a su testigo a los cuatro días después de la cosecha; mientras que las flores rayadas y blancas, registraron diferencia entre el tratamiento de 12 h con STS y su testigo a los dos días poscosecha, observando que las flores del primero tenían coloración más blanca (representado por un valor de croma más bajo), sugiriendo que hay retraso en la aparición del color café debido a la acción del inhibidor de etileno (Cuadro 1). Se observó que al sumergir las flores en agua por varias horas, ocasiona que los pétalos cambien a coloración café más rápido en todos los tratamientos y testigos.

Por otra parte, no se observó una diferencia muy marcada en la coloración de las flores al ser tratadas con 1-MCP, los valores del matiz en todas las flores oscilaron entre 80.7 y 97.57° que representan el color verde; únicamente las flores en fase rayada tratadas durante 4 h, 12 h y 24 h con el inhibidor de etileno, mostraron coloración amarilla más clara respecto a sus testigos al cuarto día poscosecha (Cuadro 2). Esto demuestra que la fase más susceptible al 1-MCP, es la flor rayada. A pesar de que hay reportes que indican la influencia del etileno en el color de algunas flores (Gao *et al.*, 2015), en este trabajo no

se registró diferencia marcada en el color de la flor dependiente de alguno de los tratamientos (Figura 3).

Longevidad floral

La longevidad floral se prolongó en las flores alimonadas y rayadas que fueron tratadas con STS, el efecto fue mayor en el tratamiento de 24 h donde el incremento fue de 2.16-2.31 días; a diferencia de lo observado en las flores en fase blanca (Figura 4A). La longevidad floral se determinó solo en las flores rayadas y blancas en el tratamiento con 1-MCP, ya que más del 90% de las flores alimonadas, tanto testigo como tratadas, aunque presentaron cambio en su coloración, no lograron abrir, atribuido a que los tallos florales se cortaron inmaduros. En todos los tiempos de evaluación con 1-MCP, las flores cosechadas en fase rayada mostraron mayor longevidad floral respecto al testigo, la mayor diferencia fue registrada a 24 h que aumentó la longevidad floral cerca de dos días. En flores blancas tratadas se registró mayor longevidad floral respecto a sus testigos, de entre 0.4-1 día (Figura 4B).

Epinastía floral

Existen reportes que indican que el etileno puede inducir epinastía en flores (Finger *et al.*, 2016), la cual

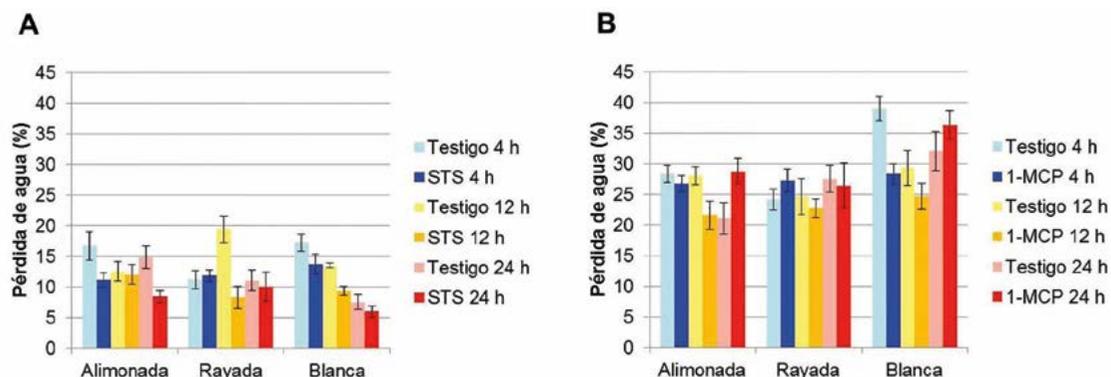


Figura 2. Porcentaje de pérdida de peso fresco entre el día dos y seis poscosecha en flores de gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) cosechadas en las fases alimonada, rayada y blanca, tratadas diferentes tiempos con: A) STS y B) 1-MCP.

Cuadro 1. Color de la flor de gardenia cortada en diferentes estadios de desarrollo y tratada por diferentes tiempos con STS.

Fase/ Tratamiento	Días después de la cosecha								
	2			4			6		
	L*	C*	h*	L*	C*	h*	L*	C*	h*
Alimonada									
Testigo 4 h	82.04 ± 2.33	22.71 ± 4.11	108.16 ± 1.16	78.96 ± 2.11	36.21 ± 2.14	91.27 ± 1.11	67.18 ± 1.97	49.62 ± 3.11	83.09 ± 1.40
STS 4 h	90.83 ± 0.36	11.42 ± 1.05	103.67 ± 1.42	76.63 ± 2.05	52.64 ± 3.40	86.92 ± 1.27	83.74 ± 0.72	59.58 ± 0.95	88.86 ± 1.13
Testigo 12 h	70.69 ± 1.99	37.80 ± 3.72	109.15 ± 0.98	70.86 ± 1.93	55.79 ± 2.95	84.13 ± 1.33	75.78 ± 2.21	46.65 ± 2.23	90.52 ± 1.04
STS 12 h	76.94 ± 2.88	14.76 ± 3.36	117.24 ± 1.11	65.66 ± 3.33	44.79 ± 4.95	83.23 ± 1.44	79.44 ± 1.51	48.5 ± 2.85	91.69 ± 0.77
Testigo 24 h	77.14 ± 2.35	25.52 ± 3.41	95.418 ± 1.09	67.18 ± 1.97	49.62 ± 3.11	83.09 ± 1.40	70.31 ± 2.73	42.72 ± 3.23	87.67 ± 1.34
STS 24 h	73.51 ± 2.07	26.56 ± 2.74	92.87 ± 1.06	83.74 ± 0.72	59.58 ± 0.95	88.86 ± 1.13	67.7 ± 3.04	40.83 ± 2.93	85.53 ± 1.30
Rayada									
Testigo 4 h	87.73 ± 0.56	12.76 ± 1.31	104.43 ± 1.36	79.07 ± 2.06	27.71 ± 2.41	95.80 ± 1.22	71.07 ± 3.37	53.67 ± 3.60	84.57 ± 1.40
STS 4 h	89.64 ± 0.46	14.79 ± 1.09	101.86 ± 1.36	77.94 ± 2.05	58.04 ± 2.82	86.64 ± 1.27	79.70 ± 0.98	63.58 ± 2.07	86.44 ± 1.35
Testigo 12 h	79.57 ± 1.81	20.16 ± 1.64	92.16 ± 1.06	71.33 ± 2.70	45.29 ± 3.37	86.68 ± 1.31	63.91 ± 2.59	44.14 ± 3.83	82.87 ± 1.44
STS 12 h	81.14 ± 1.85	6.82 ± 1.64	105.91 ± 1.17	63.97 ± 3.20	34.62 ± 2.85	82.78 ± 1.28	72.15 ± 2.50	49.92 ± 3.4	86.43 ± 1.42
Testigo 24 h	66.89 ± 1.85	26.64 ± 1.40	80.21 ± 1.00	71.48 ± 3.46	51.83 ± 3.85	84.69 ± 1.36	54.65 ± 2.00	30.25 ± 2.94	79.47 ± 1.43
STS 24 h	78.20 ± 3.05	20.04 ± 2.72	91.23 ± 1.03	80.14 ± 1.11	61.56 ± 2.84	86.59 ± 1.37	64.91 ± 3.93	39.36 ± 4.08	85.10 ± 1.37
Blanca									
Testigo 4 h	87.94 ± 0.65	23.51 ± 1.57	100.22 ± 1.46	76.66 ± 1.13	37.57 ± 2.99	89.94 ± 1.18	66.26 ± 1.29	60.52 ± 1.92	80.70 ± 1.22
STS 4 h	86.01 ± 0.75	23.29 ± 1.18	99.84 ± 1.37	74.46 ± 2.67	52.08 ± 3.54	88.32 ± 1.25	72.37 ± 1.12	62.30 ± 2.06	83.48 ± 1.38
Testigo 12 h	97.42 ± 12.01	22.18 ± 6.67	114.22 ± 0.23	59.11 ± 3.42	32.63 ± 3.52	82.20 ± 1.38	69.15 ± 1.71	57.24 ± 3.22	82.99 ± 1.45
STS 12 h	84.04 ± 1.83	6.32 ± 1.42	118.88 ± 1.10	70.91 ± 3.57	44.64 ± 3.74	87.74 ± 1.36	69.65 ± 2.39	55.21 ± 4.19	83.12 ± 1.45
Testigo 24 h	78.56 ± 2.71	29.97 ± 1.92	90.46 ± 0.91	66.26 ± 1.29	60.52 ± 1.92	80.70 ± 1.22	69.33 ± 2.34	48.70 ± 3.66	83.84 ± 1.41
STS 24 h	76.64 ± 3.55	29.36 ± 2.14	90.82 ± 1.00	72.37 ± 1.12	62.30 ± 2.06	83.48 ± 1.38	64.22 ± 2.94	49.38 ± 4.32	81.89 ± 1.43

Cuadro 2. Determinación del color de la flor de gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) en los diferentes tiempos de tratamiento con 1-MCP.

Fase/ Tratamiento	Día después de la cosecha								
	2			4			6		
	L*	C*	h*	L*	C*	h*	L*	C*	h*
Alimonada									
Testigo 4 h	69.81 ± 0.65	55.42 ± 1.45	84.23 ± 1.19	84.35 ± 0.54	36.97 ± 1.25	93.66 ± 1.47	74.33 ± 0.85	57.73 ± 2.01	84.46 ± 1.28
1-MCP 4 h	72.45 ± 1.43	47.38 ± 2.42	85.56 ± 1.28	83.53 ± 1.32	30.93 ± 1.23	94.51 ± 0.99	70.08 ± 1.44	41.94 ± 1.65	84.42 ± 1.14
Testigo 12 h	69.49 ± 1.08	44.8 ± 1.79	83.41 ± 1.33	82.61 ± 0.76	37.67 ± 1.42	94.02 ± 1.37	70.09 ± 1.29	54.32 ± 1.63	84.91 ± 1.16
1-MCP 12 h	73.73 ± 0.71	50.79 ± 2.79	85.02 ± 1.34	82.89 ± 1.75	30.67 ± 1.34	97.57 ± 0.90	72.75 ± 0.92	40.73 ± 4.55	81.32 ± 0.21
Testigo 24 h	67.61 ± 0.86	57.99 ± 1.83	81.8 ± 1.33	83.67 ± 0.77	34.16 ± 1.25	95.95 ± 1.26	74.53 ± 0.99	50.41 ± 1.58	86.08 ± 1.09
1-MCP 24 h	73.76 ± 0.84	56.96 ± 2.05	84.21 ± 1.20	83.1 ± 1.01	32.77 ± 1.08	97.4 ± 0.94	74.42 ± 0.98	43.65 ± 2.21	87.54 ± 1.29
Rayada									
Testigo 4 h	70.2 ± 1.29	64.497 ± 1.80	80.7 ± 1.32	86.05 ± 0.46	47.83 ± 1.56	91.87 ± 1.34	72.04 ± 1.20	63.92 ± 1.57	83.39 ± 1.30
1-MCP 4 h	78.88 ± 0.58	66.654 ± 1.22	84.8 ± 1.15	87.67 ± 0.49	35.56 ± 1.36	94.87 ± 1.38	73.24 ± 1.10	57.71 ± 2.03	84.39 ± 1.42
Testigo 12 h	77.37 ± 0.79	67.407 ± 1.61	84.36 ± 1.14	85.95 ± 0.43	48.11 ± 1.13	92.05 ± 1.27	72.44 ± 1.20	66.35 ± 2.07	82.54 ± 1.30
1-MCP 12 h	76.93 ± 0.66	66.06 ± 1.31	83.93 ± 1.20	88.1 ± 0.41	37.37 ± 1.83	94.74 ± 1.48	73.95 ± 0.88	58.73 ± 1.77	84.2 ± 1.33
Testigo 24 h	76.56 ± 0.68	67.716 ± 1.13	83.65 ± 1.14	84.77 ± 0.65	51.42 ± 2.26	90.87 ± 1.30	70.87 ± 1.33	62.66 ± 1.80	82.59 ± 1.28
1-MCP 24 h	76.83 ± 0.85	67.323 ± 1.40	84.05 ± 1.12	87.09 ± 0.66	35.21 ± 1.15	95 ± 1.39	69.55 ± 2.90	49.25 ± 3.22	83.68 ± 1.40
Blanca									
Testigo 4 h	72.34 ± 1.27	56.65 ± 1.67	84.17 ± 1.28	81.43 ± 0.72	53.56 ± 1.90	89.03 ± 1.31	65.98 ± 1.29	55.64 ± 2.16	81.44 ± 1.34
1-MCP 4 h	67.04 ± 1.65	60.76 ± 2.04	81.4 ± 1.37	81.45 ± 0.86	42.41 ± 1.38	90.68 ± 1.30	66.61 ± 1.08	52.31 ± 1.89	81.77 ± 1.37
Testigo 12 h	69.44 ± 1.04	59.48 ± 1.72	82.75 ± 1.30	81.48 ± 0.75	55.88 ± 1.76	88.9 ± 1.33	66.62 ± 1.12	59.5 ± 1.61	81.14 ± 1.34
1-MCP 12 h	70.47 ± 1.34	64.97 ± 1.90	81.92 ± 1.31	80.26 ± 1.39	40.54 ± 1.52	90.1 ± 1.23	64.43 ± 1.57	47.94 ± 2.28	80.71 ± 1.42
Testigo 24 h	71.23 ± 2.733	53.32 ± 3.35	83.86 ± 1.40	80.53 ± 0.92	59.75 ± 2.18	87.25 ± 1.32	65.7 ± 1.41	59.61 ± 1.76	80.87 ± 1.40
1-MCP 24 h	70.99 ± 1.24	54.21 ± 2.00	83.22 ± 1.34	83.21 ± 0.52	47.97 ± 1.42	91.07 ± 1.32	74.87 ± 0.37	61.51 ± 1.72	84.36 ± 1.32



Figura 3. Tallos de gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) tratados con STS y 1-MCP en el cuarto día poscosecha. A-C: Testigos de STS. D-F: tratamiento con STS. G-I: testigos de 1-MCP. J-L: tratamiento con 1-MCP. El tratamiento se aplicó durante 4 h en flores: A,D,G,J: almonadas; B,E,H,K: rayadas; y C,F,I,L: blancas.

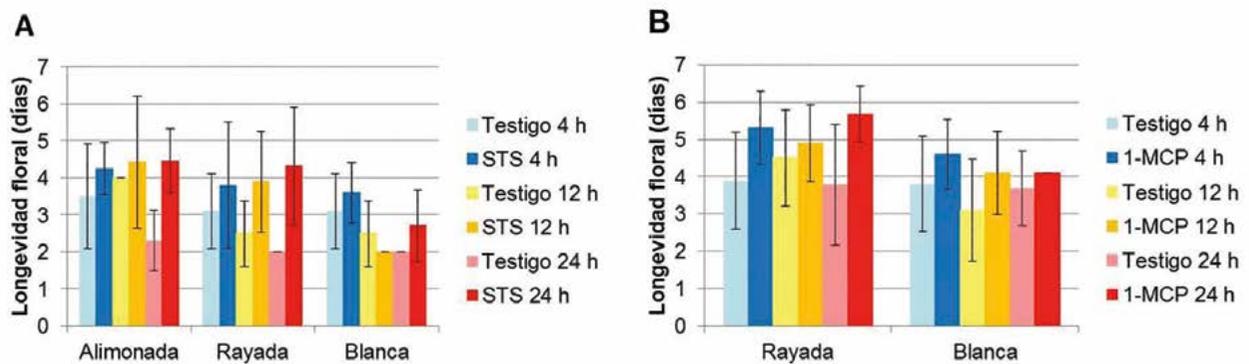


Figura 4. Longevidad floral de la gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) cosechada en diferentes fases de desarrollo tratada con A: STS y B: 1-MCP metilciclopropeno a diferentes tiempos.

está caracterizada por un movimiento nástico en el que la flor se curva hacia afuera y hacia abajo, provocando disminución en su calidad comercial. En el día cero, ninguna flor presentó epinastia; sin embargo, al final las flores alimonadas presentaron mayor porcentaje de epinastia, comparado con las de la siguiente fase floral (rayada). A partir de los tratamientos de 12 h y 24 h se observó un efecto del 1-MCP al inhibir la epinastia en flores tratadas en fase alimonada y rayada, así como en el tratamiento de 24 h en flores en fase blanca (Figura 5). Los resultados sugieren que el inhibidor de etileno, es efectivo para inhibir la epinastia cuando se aplica por 12 h, y que conforme avanza la fase de desarrollo, se requiere de más tiempo de aplicación para tener efecto en este proceso fisiológico. Existen estudios que han demostrado que el etileno está involucrado en la regulación y el control de la senescencia del órgano floral, pero que no se requiere para ejecutar el programa de senescencia, una vez que éste inició (Tripathi y Tuteja, 2007).

CONCLUSIONES

El tratamiento con 1-MCP resultó prometedor para prolongar la vida de anaquel de la flor de gardenia, es más apropiado que el STS, ya que en este último se tienen que sumergir las flores por varias horas, lo que causa efectos negativos sobre la calidad

de la flor. La fase de desarrollo rayada se consideró la mejor etapa para recibir el tratamiento con el 1-MCP, ya que en la fase previa (alimonada) existe la posibilidad de que las flores no se desarrollen adecuadamente por ser inmaduras, mientras que la fase más avanzada (flor blanca), al estar más cercano al proceso de senescencia es menos receptivo al inhibidor. En la determinación del color, los valores de luminosidad y croma determinan el cambio de la coloración de la gardenia durante su senescencia. Los resultados sugieren que el peso fresco, color de la flor, epinastia y longevidad floral son procesos regulados por el etileno en diferentes niveles.

LITERATURA CITADA

Ahmad I., Saleem M., Dole J. M. 2016. Postharvest performance of cut 'White Prosperity' gladiolus spikes in response to nano- and other silver sources. *Canadian Journal of Plant Science*, 10.1139/CJPS-2015-0281

Chaichana J., Niwatananun W., Vejabhikul S., Somna S., Chansakaow S. 2009. Volatile constituents and biological activities of *Gardenia jasminoides*. *Journal of Health Research* 23: 141-145.

Chamani E., Khalighi A., Joyce D.C., Irving D.E., Zamani Z.A., Mostofi Y., Kafi M. 2005. Ethylene and anti-ethylene treatment effects on cut "First Red" rose. *Journal of Applied Horticulture* 7: 3-7.

Finger F.L., Silva T.P., Araujo F.F., Barbosa J.G. 2016. Postharvest quality of ornamental plants. En *Postharvest ripening physiology of crops. Innovations in postharvest technology series*. CrC Press Taylor and Francis Group. Pp. 88.

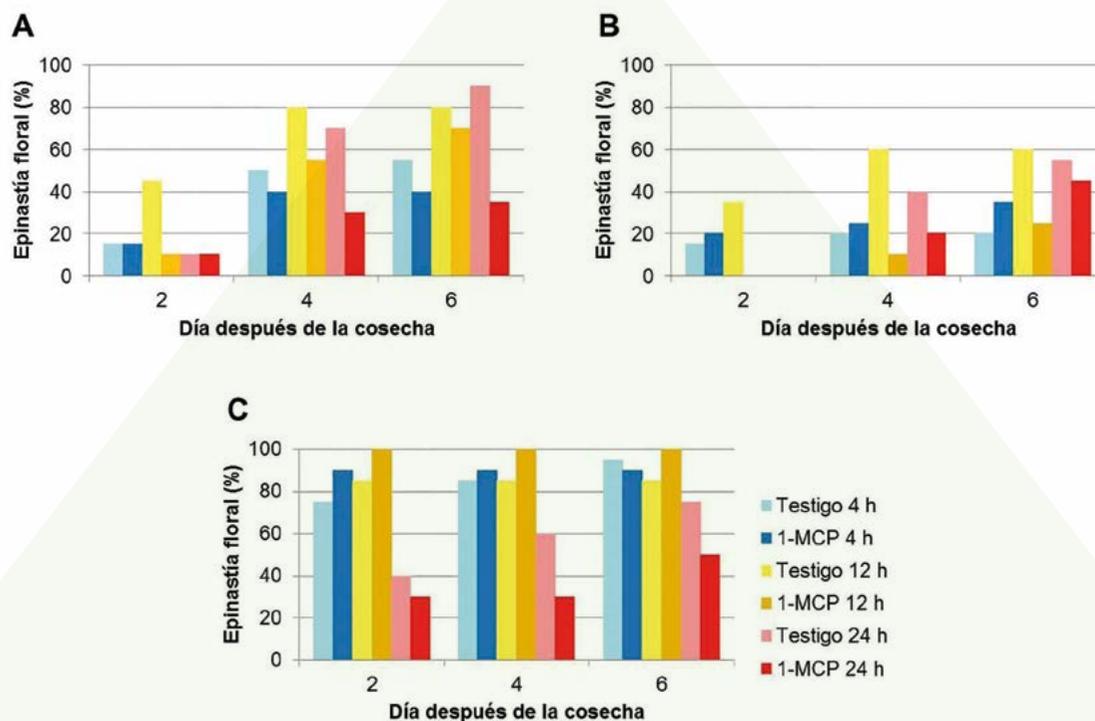


Figura 5. Porcentaje de flores de gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) tratadas con 1-MCP que presentaron epinastia. Las flores se cosecharon en diferentes fases de desarrollo. A: alimonado, B: rayada y C: blanca.

- Gao S.L., Zhang C., Du D.N., Liu A.Q., Dong L. 2015. Effect of glucose and ethylene on flower color and anthocyanin biosynthesis in tree peony "Luoyanghong" cut flower. *Acta Horticulturae Sinica* 42: 1356-1366.
- Hashemabadi D. 2014. The role of silver nano-particles and silver thiosulfate on the longevity of cut carnation (*Dianthus caryophyllus*) flowers. *Journal of Environmental Biology* 35: 661-666.
- In B. C., Strable J., Patterson S. E. 2015 Effects of 1-methylcyclopropene on flower senescence and petal abscission in *Dianthus caryophyllus* L. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 56:786-792.
- Kishimoto S., Maoka T., Nakayama M., Ohmiya A. 2004. Carotenoid composition in petals of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Kitamura). *Phytochemistry* 65: 2781-2787.
- Kishimoto S., Sumitomo K., Yagi M., Nakayama M., Ohmiya A. 2007. Three routes to orange petal color via carotenoid components in 9 Compositae species. *J Jpn Soc Hortic Sci* 76:250-257.
- Kobayashi K.D., Kaufman A.J. 2006. Common gardenia. *Ornamental and flowers*.
- Kou L., Turner E. R., Luo Y. 2012. Extending the shelf life of edible flowers with controlled release of 1-methylcyclopropene and modified atmosphere packaging. *Journal of Food Science* 77: S188-S193.
- Kumar N., Srivastava G.C., Dixit K. 2008a. Flower bud opening and senescence in roses (*Rosa hybrida* L.). *Plant Growth Regulation* 55: 81-89.
- Kumar N., Srivastava G.C., Dixit K. 2008b. Hormonal regulation of flower senescence in roses (*Rosa hybrida* L.). *Plant Growth Regulation* 55: 65-71.
- Liu B.Z., Gao Y. 2000. Analysis of headspace constituents of Gardenia flower by GC/MS with solid-phase microextraction and dynamic headspace sampling. *Se Pu* 18: 452-455.
- Ohmiya A. 2011. Diversity of carotenoid composition in flower petals. *Jarq* 45: 163-171.
- Reid M.S., Wu M.J. 1992. Ethylene and flower senescence. *Plant Growth Regulation* 11: 37-43.
- Serek M., Sisler E.C., Reid M.S. 1-methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruits, cut flowers and potted plants.
- Shimizu-Yumoto H., Ichimura K. 2012. Effects of ethylene, pollination, and ethylene inhibitor treatments on flower senescence of gentians. *Postharvest Biology and Technology* 63: 111-115.
- Tan Y.T., Xue S., Tang H.Z. 2012. Analysis of aroma constituents in *Gardenia jasminoides* at different flowering stages. *Food Science* 33: 223-227.
- Tripathi S.K., Tuteja N. 2007. Integrated signaling in flower senescence. *Plant Signaling and Behavior* 2: 437-445.
- Trivellini A., Ferrante A., Vernieri P., Mensuali-Sodi A., Serra G. 2011. Effects of promoters and inhibitors of ethylene and ABA of flower senescence of *Hibiscus rosa-sinensis* L. *Journal of Plant Growth Regulation* 30: 175-184.
- Zencirkiran M. 2010. Effects of 1-MCP (1-methylcyclopropene) and STS (silver thiosulphate) on the vase life of cut Freesia flowers. *Scientific Research and Essays* 5: 2409-2412.
- Zhong Y., Ciafre C. 2011. Role of ABA in ethylene-independent Iris flower senescence. 2011 International Conference on Food Engineering and Biotechnology. *IPCBE* 9: 261-266.



DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE ZARZAMORA (*Rubus* sp.) EN LA ZONA CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO

DIAGNOSIS OF BLACKBERRY (*Rubus* sp.) PRODUCTION IN THE CENTRAL ZONE OF VERACRUZ, MÉXICO

Ricárdez-Luna, G.¹; Aguilar-Rivera, N.^{1*}; Galindo-Tovar, M.E.¹; Debernardi-Vázquez, T.J.¹

¹Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Región Orizaba-Córdoba-Peñuela.

*Autor de correspondencia: nagular@uv.mx

RESUMEN

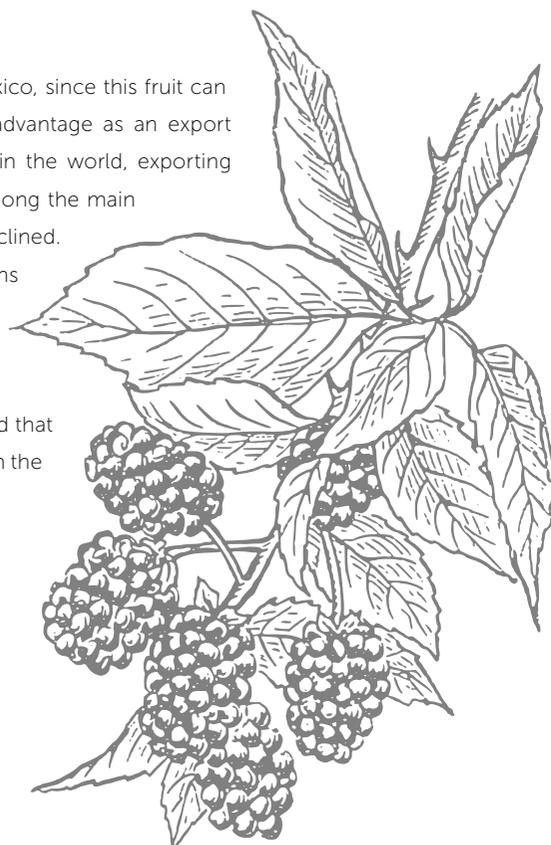
El cultivo de zarzamora (*Rubus* sp.), ha adquirido mayor importancia en México; ya que este frutal puede adaptarse a condiciones templadas y tropicales representando ventaja competitiva como cultivo de exportación; lo que ha ayudado a posicionar a México dentro de los primeros países productores del mundo, exportando 90% de su producción en producto fresco o congelado. El estado de Veracruz durante el período de 1997 a 2006, figuró dentro de los principales productores de zarzamora en el país; sin embargo, la producción decayó. Por ello, el presente estudio se efectuó con la finalidad de conocer las condiciones en las que se encuentra el cultivo en el estado, aplicando técnicas participativas. Se localizaron tres zonas productoras en la región, en los municipios de Huatusco, Nogales, Atlahuilco y Tlaquilpa, con tres tipos de sistemas de producción, uno convencional, un orgánico y un ecológico. Con esta perspectiva se espera que en el futuro se integren los sistemas para mejorar el volumen de producción de zarzamora que genere mayor bienestar socioeconómico.

Palabras clave: Frutillas, diagnóstico participativo.

ABSTRACT

The cultivation of blackberry (*Rubus* sp.) has acquired greater importance in México, since this fruit can be adapted to temperate and tropical conditions representing a competitive advantage as an export crop; this has helped to position México among the top producing countries in the world, exporting 90 % of its production as fresh or frozen product. The state of Veracruz was among the main blackberry producers in the country during 1997 to 2006; however, production declined. Therefore, this study was carried out with the aim of understanding the conditions that the crop is under in the state, by applying participative techniques. Three producing zones were located in the region, in the municipalities of Huatusco, Nogales, Atlahuilco and Tlaquilpa, with three types of production systems, one conventional, one organic and one ecological. With this perspective it is expected that the systems to improve the volume of blackberry production become integrated in the future, generating greater socioeconomic welfare.

Keywords: Berries, participative diagnosis.



Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 6, junio, 2016. pp: 34-38.

Recibido: enero, 2016. **Aceptado:** mayo, 2016.

INTRODUCCIÓN

La zarzamora (*Rubus* sp.) (Rosaceae), conocida como moras incluye a la zarzamora, frambuesa, fresa, arándano, mora azul y otros, que comprende alrededor de 700 especies nativas de Asia, Europa y Norte América Estados Unidos y Canadá. Por ello son consideradas como cultivos de climas fríos, aunque existen variedades e híbridos que se adaptan a climas templados y cálidos. En las zonas boscosas de México, la zarzamora crece silvestre y el uso de su frutilla es comestible. Del total de la producción nacional de frutillas (51,518 t) la zarzamora representa el 49% seguido de fresa (*Fragaria* sp.) (34.94) %, frambuesa (*Rubus idaeus*) con 8.4% y mora azul (*Vaccinium corymbosum*) con 7.64%. Para la zarzamora, su mayor producción es en los meses de mayo a junio, pero en México se tiene la ventaja de producir hasta el mes de noviembre y es el primer país productor contra temporada a diversos países, principalmente Estados Unidos.

Se comercializa en fresco, congelada, jugos, pulpas, extractos, etcétera, lo que facilita su comercialización. Su importancia como cultivo a nivel mundial se debe a su sabor, versatilidad en la industria de alimentos y propiedades antioxidantes (Oszmiański *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2015). Las cifras oficiales señalan que durante el año 2013, el valor comercial de las frutillas ascendió a 4 095 millones 530 mil pesos, es decir, aumentó 20% desde el año 2008. Entre las entidades productoras de frutillas destaca Michoacán con un 97.5%, seguido por Baja California, Jalisco, México, Morelos, Baja California Sur, Guanajuato Sinaloa y Veracruz (SIAP, 2013). En la zona centro del estado de Veracruz, México, hay alguna superficie sembrada, y se podría desarrollar mayor superficie y volumen, ya que se cuenta con características de suelo y clima para su establecimiento (López-Medina, 2006) si se mejora la tecnología tal como lo reportan Muratalla-Lua (2013) y Pérez-Barraza (2003). Se realizó un diagnóstico participativo para evaluar la localización y formas de producción de la zarzamora en la zona centro del estado de Veracruz, con el fin de caracterizar los sistemas de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La región de estudio comprendió los municipios de Huatusco, Nogales, Atlahuilco y Tlaquilpa, en la zona centro de Veracruz, que producen zarzamora para los mercados locales y regionales. El estudio fue de tipo cualitativo y cuantitativo de acuerdo a Reyes-Hernández *et al.* (2013) y Pérez (2012). Se seleccionaron productores de zarzamora de acuerdo a: Regionalización fisiográfica; Ecosistema local y Sistemas de producción de acuerdo a Thiébaud (2011). Después se ubicó a los productores en sus localidades y aplicó una encuesta semiestructurada y entrevistas (Aguirre *et al.*, 2009). La información obtenida incluyó tres secciones: Datos generales de la explotación; Información técnica y económica del sistema de producción; y Aspectos estructurales, técnicos y económicos de la unidad de producción. También se hicieron observaciones indirectas de aspectos sociales, infraestructura de unidades de producción y forma de explotación de las unidades (tradicional, orgánica y "sostenible" o ecológica) según Smith *et al.* (2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los lugares donde se encontraron huertos de zarzamora tienen algunas similitudes en cuanto a clima, suelo y tipo de vegetación, pero diferentes sistemas de producción y se clasificaron como: producción convencional o tradicional, orgánica y ecológica.

Sistema tradicional o convencional

El sistema de producción convencional se refiere a un sistema enfocado al rendimiento de la producción, en el que utilizan mayor cantidad de insumos químicos, tales como herbicidas, plaguicidas y fertilizantes inorgánicos. La comunidad de Rancho Viejo situada en el municipio de Nogales (18° 47' 2" N, 97° 47' 29" O) a 1,347 m de altitud, ejemplifica una parcela de producción convencional en la cual se encuentra sembrado 0.75 ha, con 3,700 plantas de zarzamora. La edad de la plantación es de seis años, con altura promedio de un metro y distancia entre melgas de 30 cm. Las plantas utilizadas de *Rubus* sp. se obtuvieron en Canadá. El riego es de temporal la mayor parte del tiempo, sólo cuando es necesario utilizan canales de riego. Fertilizan con composta de la poda que realizan cada mes. Producen de octubre a junio, cada planta en promedio produce 10 kg, pero en el período de marzo a mayo (cuando hay más producción) llegan a producir hasta 30 kg planta⁻¹. La mayor parte de esta fruta es para consumo interno y la producción extra se comercializa en mercado local. Recolectan la fruta de manera manual en cubos de plástico sin ningún tratamiento de poscosecha, envasado o protección. En venta directa utilizan charolas de 21.7×15.2×2.5 cm o cubetitas de un litro para distribuir

entre comerciantes locales o a personas que la ofertan en la calle.

Sistema orgánico

En el sistema de producción orgánica está orientado a una producción más "natural"; aunque si es de importancia el rendimiento, también es de gran importancia utilizar insumos libres de residuos inorgánicos. Se caracterizó un huerto localizado en el cerro de Acatepec, municipio de Huatusco, que funciona como microempresa familiar. Con una superficie cultivada de 1 ha, con una altitud de 1,300 m. La edad de la plantación es de ocho años, se utilizan las variedades Brazos y Comanche con 8,000 plantas en la parcela a una distancia entre melgas de dos metros, a campo abierto, sin sistema de riego. Se aplican 3 ton ha⁻¹ de composta de pulpa de café, dos veces al año. La poda la realizan dos veces por año por chapeo manual, sin utilizar los residuos de la poda para composta. A través de labores culturales controlan plagas, aunque en ocasiones han aplicado mezclas de ajo (*Allium sativum*), extracto de neem (*Azadirachta indica*) y azufre para control sanitario. Producen desde marzo hasta junio con un total de 9 ton ha⁻¹ durante ese período. La recolección del fruto se realiza de manera manual en cubos de plástico, después se empaca en cajas de plástico para la venta directa al público, en los mercados locales y de la región, como Huatusco y Coscomatepec. Durante este proceso se utilizan mujeres como fuerza laboral. La fruta se vende directamente al público y también a intermediarios a los cuales se les vende en cubetas de 6 kg. La fruta restante se procesa para darle valor agregado, en forma de mermeladas y licores, las cuales se venden en ferias, exposiciones locales y regionales de productos artesanales y agroindustriales. No tienen alguna certificación, pero cuentan con un asesor en materia de agro negocios y reciben subsidios por parte del gobierno. Además del cultivo de zarzamora, refieren que tienen otro cultivo de una hectárea de nuez de macadamia (*Macadamia integrifolia*) de ocho años, de las cuales venden el fruto directamente, y lo transforman en salsa, la cual la venden en ferias locales.

Sistema ecológico "sustentable"

Este sistema está enfocado a un objetivo de tipo agroecológico, lo que se busca es un ciclo de retroalimentación de todas las partes involucradas, tiene importancia el rendimiento, pero está más enfocado a subsistencia. Este sistema se encontró en los municipios de Atlahuilco y Tlaquilpa, impul-

sado por una organización no gubernamental (ONG). Este proyecto inició en el año 2012 y tiene sede en el municipio de Atlahuilco. Actualmente cuenta con 150 personas, a las cuales se les dieron 72 plantas de zarzamora variedad Cherokee por familia, por lo que existen aproximadamente 15 ha en total, de las cuales seis están en producción en los que se cosechan desde 15 kg hasta 100 kg por temporada y familia. Como es un sistema de agricultura familiar, el cultivo esta intercalado con otros frutales y hortalizas. El programa además de las plantas de zarzamora, incluye manzanos (*Malus domestica*) y durazno (*Prunus persica*). El cultivo incluye altitud de 2,200 hasta 2,900 m, con temperatura promedio de 18 °C. Los meses de producción van de marzo a junio. La fruta se vende en mercados locales y sólo 10% a 15% de las familias da valor agregado. Las podas para inducir floración se realizan en los meses de octubre y noviembre y otra en enero. Se fertiliza con una mezcla de nitrógeno, fósforo y potasio de origen inorgánico sin especificar dosis y en un productor aplica fertirrigación sin saber que dosis. En todos los casos el riego es de temporal. La recolección de la fruta es manual. A través del programa se brinda capacitación a las familias, en total 12 por año, que incluye fertilización, poda, recolección y valor agregado. Por lo que cada mes un técnico visita a las familias para proporcionarles información para el buen manejo del sistema.

La Figura 1 muestra las épocas de producción de los tres sistemas caracterizados. En condiciones similares en altura o mayor a los de Uruapan en Michoacán (1,611 m) la época de cosecha se presenta de enero a junio, y en alturas mayores a 2,000 m y en condiciones templadas, la cosecha se obtiene de abril a junio. Esto coincide con lo que Pérez-Barraza y Vázquez-Valdivia (2003) mencionan referente a que en condiciones tropicales la cosecha

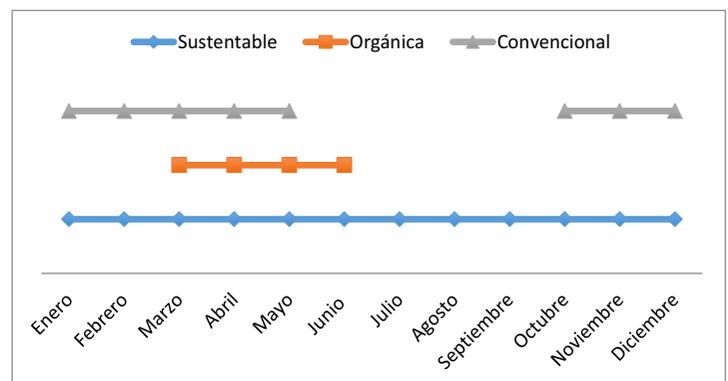


Figura 1. Época de producción de la zarzamora por cada sistema de producción.

coincide en el mismo lapso, aunque puede llegar a producir tres meses más (hasta septiembre) sin ningún inconveniente, para las variedades Brazos, Comanche y Cherokee.

Las fertilizaciones y el tipo de riego dependen del establecimiento de cada sistema. Los tres sistemas difieren en la frecuencia de la fertilización. En el orgánico se fertiliza dos veces al año con composta de café; Sin embargo, al ser comprada aumenta el costo de producción, por lo que es necesario que en este sistema se desarrolle un programa para la producción de su propia composta. En el sistema convencional al elaborar su propia composta se fertiliza una vez por año, lo que reduce costos. Mientras que en el sustentable, la fertilización se realiza cada dos meses; aunque depende de cada productor, porque muchos recurren al compostaje. A este respecto, es necesario mejorar la fertilización; ya que algunos autores como Andersen y Crocker (2001) recomiendan dos fertilizaciones al año, después del segundo año de plantación, (invierno y verano). Los sistemas de riego no son frecuentes, sólo en el sistema de tipo convencional existe riego rodado poco frecuente, los demás (88%) se limitan a la lluvia y sólo un productor utiliza fertirriego. Esta carencia de un sistema de riego puede tener un impacto negativo en la producción, sobre todo en el primer año de establecimiento, puesto que es un punto crítico para la producción (Andersen y Crocker, 2001). La Figura 2 muestra la diversidad de cultivos como parte del sistema ecológico o sustentable, donde aprovechan toda la superficie logrando reducir costos y aumentar el área de producción, que fortalece un sistema de agricultura familiar. Tienen legumbres, hortalizas y frutales en una superficie donde normalmente sembraban maíz (*Zea mays*). Además de esto, algunos cuentan con actividades pecuarias, tales como la crianza de gallinas y borregos. Este tipo de agricultura familiar ha aumentado en países como Brasil porque reconocen este tipo de organización como piedra angular para el desarrollo rural (Mendonça *et al.*, 2014).

En el proceso de búsqueda de productores de zarzamora, también se encontraron productores de mora silvestre, aparte de lo reportado por Ibáñez (2011) quien menciona que efectuó un recolecta en el municipio de Jalacingo, Veracruz, además de otras localidades como Acultzingo, Potrero, Atlahuilco, Zongolica, y Coscontla. La particularidad de estas moras es que son más pequeñas, color un poco más oscuro que las comerciales y mayor acidez; se encuentran a mayor altura y con menos horas sol. De acuerdo a los lugares encontrados, donde existe la producción de zarzamora.

CONCLUSIONES

Se ubicaron áreas de producción de zarzamora en los municipios de Atlahuilco, Tlaquilpa, Huatusco y Nogales, con tres sistemas de producción, orgánico (Huatusco), convencional (Nogales) y sustentable o ecológico (Atlahuilco y Tlaquilpa), con un total de 17 ha sembradas sin tecnificación en las

parcelas, con tres variedades (Brazos, Comanche, Cherokee) y una silvestre (*Rubus* sp.) con un rendimiento estimado de 11.7 t ha^{-1} . Las localidades de Acultzingo, Potrero, Atlahuilco, Zongolica, Coscontla, Huatusco, Coscomatepec, Zongolica, Amatlán de los Reyes, Fortín, Córdoba, Chocamán, Ixtaczoquitlán, Ixhuatlán del Café y Orizaba, tienen potencial para el cultivo por analogía agroclimática y existencia de mora silvestre.

LITERATURA CITADA

- Aguirre Y.O., Gallego C. G., Cano H.P.S. 2009. Abordaje metodológico para emprender acciones interinstitucionales e intersectoriales sobre cambio climático en el departamento de Caldas. *Revista Luna Azul*. 34: 81-100
- Andersen P.C., Crocker T.E. 2001. The Blackberry. Horticultural Sciences Department, University of Florida.
- INEGI. 2013. Anuario estadístico de comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos. <http://www.inegi.org.mx/lib/buscador/bibliotecas/busqueda.aspx?textoBus=anuario%20estadistico%20del%20comercio%20exterior&busxCampo=Titulo&busxMetodo=1&CveBiblioteca=KCIBIB&totDes=1&tipoRedIntExt=1&av=1>
- López-Medina J. 2006. Variedades de especies de frutos pequeños apropiadas para climas subtropicales: la experiencia de México. Tercer Simposio nacional de Morango. Segundo encuentro sobre frutas pequeñas y frutas nativas del Mercosur. pp. 87-90.

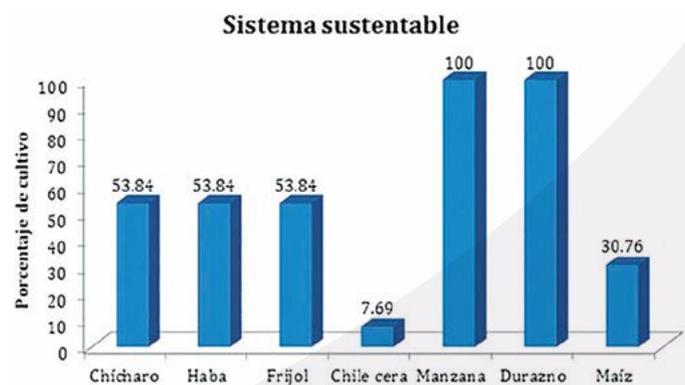
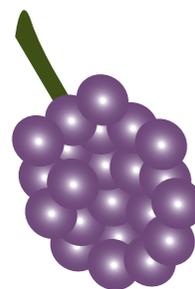


Figura 2. Porcentajes de los diferentes cultivos en el sistema sustentable o ecológico de *Rubus* sp.

- Mendonça M.A.F.C., Medeiros M., Charão F. M., Douwe J. Van Der Ploeg. 2014. Redes de cooperación para sistemas agroalimentarios locales y sostenibles. *Leisa: revista de agroecología* 30: 5-7.
- More N.J., Brown, E., Sistrunk W. 1977. Cheyenne blackberry. *Hortscience* 21: 77-78.
- Muratalla-Lua A., Jaen-Contreras D., Arévalo-Galarza L. 2013. La producción de frambuesa y la zarzamora en Mexico. *Agroproductividad* 6: 3-12.
- Oszmiański J., Nowicka P., Teleszko M., Wojdyto A., Cebulak T., Oklejewicz K. 2015. Analysis of phenolic compounds and antioxidant activity in wild blackberry fruits. *International journal of molecular sciences* 16: 14540-14553.
- Pérez G.P. 2012. Territorios y ruralidades: Jornaleros agrícolas en el cultivo de zarzamora en el valle de los Reyes, Michoacán, México. *Revista de antropología experimental* 12: 17-28.
- Pérez-Barraza M.H., Vázquez-Valdivia V. 2003. comportamiento de la zarzamora en el clima cálido. *Revista Chapingo Serie Horticultura*: 9: 305-314.
- Reyes-Hernández H., Montoya-Toledo J.N., Fortanelli-Martínez J., Aguilar-Robledo M., García-Pérez J. 2013. Metodologías participativas aplicadas al análisis de la deforestación del bosque de niebla en San Luis Potosí, México. *Bois et forêts des tropiques* 318: 27-39.
- Smith J.K., Sarmiento L., Acevedo D., Rodríguez M., Romero R. 2009. Un método participativo para mapeo de fincas y recolección de información agrícola aplicable a diferentes escalas espaciales. *Interciencia* 34: 479-486
- Souza A.V.D., Rodriguez R.J., Gomes E.P., Gomes G.P., Vieites R.L. 2015. Bromatological characterization of blackberry fruits and jellies. *Revista Brasileira de Fruticultura* 37: 13-19.
- Rodríguez A.J. 1993. Algunas ideas sobre la producción de zarzamora en México. *Memorias de la 1a. Reunión Nacional sobre frutales nativos e introducidos: Producción en Michoacán de frutos exóticos con demanda nacional e internacional*. Uruapan, Michoacán, México. pp. 6-13.
- SIAP: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> Visitado el 3 de junio de 2015.
- Thiébaud V. 2011. Paisajes rurales y cultivos de exportación. Valle de Los Reyes, Michoacán. *Trayectorias* 13: 52-70.



EL CULTIVO DE *Gardenia jasminoides* Ellis EN LA REGIÓN CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO

CULTIVATION OF *Gardenia jasminoides* Ellis IN THE CENTRAL REGION OF VERACRUZ, MEXICO

Rodríguez-Deméneghi, M.V.¹; Gallardo-López, F.²; Lee-Espinosa, H.E.¹; Galindo-Tovar, M.E.¹; Aguilar-Rivera, N.¹; Leyva-Ovalle, O.R.¹; Burchi, G.³; Landero-Torres, I.¹; Murguía-González, J.^{1*}



¹Universidad Veracruzana-Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Camino Peñuela-Amatlán s/n, Congregación de Peñuela, Amatlán de Los Reyes, Veracruz. ²Colegio Postgraduados, Campus Veracruz. Km 26.5 Carr. Veracruz-Xalapa, Rancho Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, Veracruz. ³CREA-VIV-Unità di ricerca per il vivaismo e la gestione del verde ambientale ed ornamentale. Via dei Fiori 8, 51017, Pescia, Italia.

*Autor de correspondencia: jmurguia@uv.mx

RESUMEN

La región central de Veracruz, México, presenta condiciones agro-climatológicas adecuadas para el cultivo de la gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis). En años recientes, se ha observado el incremento de la superficie cultivada, aunque se ve reflejado un efecto de migración de zonas productivas, dado que tradicional e históricamente se consideraba al municipio de Fortín, como el principal productor y en la actualidad se han localizado otros municipios donde se cultiva y se han convertido en importante fuente de ingresos económicos, sin embargo, existe poca información y estudios sobre el cultivo de esta especie en México, por ello, se diagnosticó y caracterizó el cultivo de la gardenia en la zona centro de Veracruz, mediante la técnica de encuesta estructurada e instrumento de cuestionario considerando factores socioeconómicos que condicionan al sistema-producto gardenia, con preguntas abiertas y cerradas agrupadas en tres secciones que incluyeron: Información general; Aspectos técnicos y de producción, y Comercialización. Para ubicar a los productores se realizó una investigación de campo en el periodo abril-julio de 2015 y se calculó el número de productores a través del muestreo no probabilístico "bola de nieve". Se determinó la distribución del cultivo de gardenia en siete municipios; lo cual indica un crecimiento de la zona de producción; lo que representa una oportunidad de diversificación agrícola para la región de estudio.

Palabras clave: Diagnóstico, horticultura ornamental, Veracruz.

ABSTRACT

The central region of Veracruz, México, presents adequate agro-climatologic conditions for the cultivation of gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis). In recent years, an increase in the cultivated surface has been observed, although an impact from migration from productive zones has been shown, given that traditionally and historically the municipality of Fortín was considered the primary producer, and currently other municipalities where it is cultivated have been located, and they have become an important source of economic income. However, there is little information and studies about the cultivation of this species in México; therefore, the cultivation of gardenia was diagnosed and characterized in the central zone of Veracruz, through the technique of structured survey and questionnaire instrument considering socioeconomic factors that condition the gardenia system-product, with open and closed questions grouped into three sections that included: general information, technical and production aspects, and commercialization. To locate the producers, field research was carried out during the period of April-July 2015, and the number of producers was calculated through the "snowball" non-probabilistic sample. The distribution of gardenia cultivation in seven municipalities was determined, which indicates a growth in the production zone; this represents an opportunity for agricultural diversification of the study region.

Keywords: diagnosis, ornamental horticulture, Veracruz.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 6, junio. 2016. pp: 39-43.

Recibido: febrero, 2016. **Aceptado:** mayo, 2016.



INTRODUCCIÓN

El origen de la gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) (Rubiaceae) se ha ubicado en Asia Oriental y África tropical y subtropical; y ya en el año 1750 se conocían algunas especies que se aprecian en la actualidad originarias de China (Rimache, 2009). El género *Gardenia*, comprende una docena de especies, siendo *G. jasminoides* Ellis la especie más común e importante, que ha dado lugar a numerosas y bellísimas variedades (Tiscornia, 1963; Davis, 1979; Del Cañizo, 1977). El contraste entre las numerosas flores blancas, intensamente fragantes y el contorno de las hojas de color verde brillante hace destacar a la gardenia como una planta bella de exteriores (Baines y Key, 1974). En los últimos años en los municipios de la zona centro del estado de Veracruz, México, el cultivo de gardenia se ha identificado

como opción económica alternativa de la que dependen muchas familias. Sin embargo, no se cuenta con estadísticas actuales de producción, tecnología, tipología de las unidades productivas y problemática; más aún, se cuenta con un reducido número de documentos técnicos sobre este cultivo. Con base en lo anterior, se identificaron las regiones productoras de gardenia, caracterizando la situación socioeconómica de los productores y manejo tecnológico en la región central del Estado de Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en municipios de la región central del Estado de Veracruz, conocida como la Región de las Montañas localizada en la parte centro-sur del Estado (Figura 1), con 6,053 Km², conformada por 57 municipios (Programas Regionales Veracruzanos 2013-2016). Se identificaron zonas de producción de gardenia en los municipios de Atzacan, Ixtaczoquitlán, Ixhuatlancillo, Mariano Escobedo, La Perla, Rafael Delgado y Fortín.

Para realizar el diagnóstico se utilizó la técnica de encuesta estructurada e instrumento de cuestionario propuesto por García (2013); que permite el análisis estadístico de datos recolectados y se caracterizan factores socioeconómicos que condicionan al sistema de producción. Estuvo estructurada con preguntas abiertas y cerradas agrupadas en tres secciones que incluyeron: Información general; Aspectos técnicos y de producción; y Comercialización. Para ubicar a los productores se realizó una investigación de campo en el período de abril a julio de 2015 y se determinó el número de productores a través del muestreo no probabilístico denominado "bola de nieve" (Soler, 2004). Se entrevistaron 100 productores en los municipios de Atzacan, Ixtaczoquitlán, Ixhuatlancillo, Mariano Escobedo, La Perla, Rafael Delgado y Fortín.

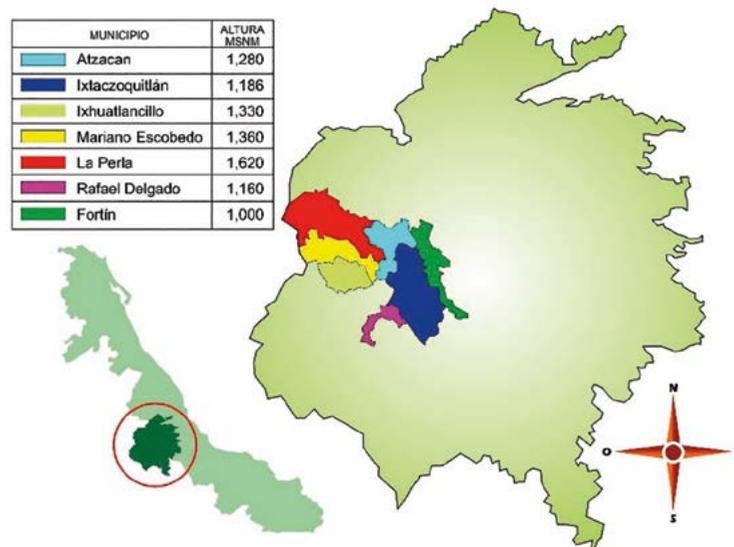


Figura 1. Ubicación de Municipios productores de gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) en la región central de Veracruz, México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1, muestra las condiciones socio-económicas de los productores; y con estos datos se determinó que las plantaciones de gardenia fueron cultivadas en 32% por mujeres y en 68% por hombres, el promedio de edad fue de 53.9 años. En general, se encontró que el grado de formación escolar es bajo, lo que resultó

en promedio de 4.2 años de escolaridad. Esta situación y la edad adulta de los productores son factores determinantes que han dificultado emprender programas de desarrollo para el cultivo de la especie. Todos los productores, reportaron que sus ingresos económicos son derivados de actividades agrícolas. Sin embargo, 39%, dijo obtener otro tipo de ingresos de diversa índole, siendo el rubro de apoyos de Gobierno como el programa de "Prospera" y "70 y más". El 64% de los productores, consideran al cultivo de la gardenia como su actividad económica primaria a diferencia de Durán (2006), quien encontró que el cultivo de gardenia era complementario a otros cultivos y aunque se explota en pequeñas superficies, existe un arraigo por ser la actividad principal. Las

Cuadro 1. Características socio-económicas de productores de gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) de la región central de Veracruz, México.

Municipio	Productores (Núm.)	Edad (años) \bar{X}	^a Sexo		Escolaridad (años) \bar{X}	^b Estado civil			^c Tenencia de la tierra			^d Tipo de ingreso				
			M	F		S	C	V	E	P	R	P	S	T	A	O
Atzacan	71	52.4	43	28	3.9	5	56	10	19	50	2	71	-	10	36	2
Fortin	3	75.3	3	-	1.7	-	2	1	3	-	-	3	-	-	-	-
Ixhuatlancillo	8	57.5	7	1	1.5	-	6	2	6	2	-	8	1	-	1	-
Ixtaczoquitlán	5	58.4	5	-	8	1	2	2	5	-	-	5	-	-	-	3
La Perla	5	48.6	5	-	5	-	5	-	-	5	-	5	-	-	-	1
Mariano Escobedo	5	52.4	4	1	6	-	5	-	-	5	-	5	2	-	1	-
Rafael Delgado	3	62.7	1	2	3.7	-	2	1	-	3	-	3	-	-	1	-
Total:	100	53.9	68	32	4.2	6	78	16	33	65	2	100	3	10	39	6

(^aSexo: M=Masculino F=Femenino), (^bEdo. Civil: S=Soltero, C=Casado, V=Viudo), (^cTenencia de tierra: E=Ejido, P=Propiedad, R=Renta), (^dTipo Ingreso: P=Sector primario, S=Sector secundario, T=Sector terciario, A=Apoyos, O=Otros).

100 plantaciones en estudio fueron de tipo rústica se resume la presencia o ausencia de infraestructura; la mayoría de las plantaciones no cuentan con servicios que les permitan ser más eficientes en el desarrollo de las mismas, no existen bodegas o área de empaque en las plantaciones, los productores realizan esta actividad en cualquier área de su huerta o en sus domicilios; el 98% de las plantaciones son de temporal y únicamente 2% de los productores practicó el riego, y sólo el 7% cuentan con vehículo para transportar su cosecha.

Los productores reportan que cuentan con un total de 103.32 ha, de las cuales 48.9 son destinadas para el cultivo de gardenia y están sembradas con 101,132 plantas, siendo el municipio de Atzacan el principal productor (Cuadro 2).

La mayoría de las plantaciones son menores a 10 años, esto demuestra que el cultivo es nuevo y que el interés va en aumento como alternativa de actividad primaria en los municipios encuestados. Se ha reportado que en el municipio de Fortín en el año de 1882, Don Antonio Polanco inició la práctica del cultivo de la gardenia (Blanco, 2003) y de ahí fue adoptado en otros municipios. Respecto

a la procedencia del material vegetativo, de acuerdo a las consultas directas, en las plantaciones más antiguas (± 50 años) el material biológico provino de Fortín. Este hecho, da una idea de la expansión de la actividad hacia los municipios en estudio.

El análisis de las encuestas aplicadas al grupo de estudio mostró que la producción de gardenia es una actividad que está asociada con el cultivo de otras 29 especies, principalmente ornamentales; como lo reporta Hernández et al. (2012). La investigación registró una superficie cultivada de 103.32 ha, de las cuales 42.39 ha tienen exclusivamente gardenia y 6.5 ha se alternan con cultivos, tales como pino navideño, camelia (*Camelia* sp.) y fornio (*Phormium tenax*). La superficie cultivada fue muy

variable entre los productores encuestados; sin embargo, en esta investigación el cultivo de la gardenia superó a los otros cultivos de ornamentales. De las 100 plantaciones, se reporta que en 67% se fertiliza al menos una vez al año, aplicando fertilizantes inorgánicos u orgánicos sin tener un control adecuado de dosis. El costo de los insumos

es de los principales problemas, falta asesoría por parte de técnicos especializados o de alguna institución de

Cuadro 2. Superficie dedicada al cultivo de gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) en municipios de la región central de Veracruz.

Municipio	Superficie parcela (ha)	Superficie con gardenia (ha)	%
Atzacan	70.28	37.52	53.39
Fortin	6.00	2.50	41.67
Rafael Delgado	1.50	0.75	50.00
Ixhuatlancillo	5.11	1.76	34.44
Ixtaczoquitlán	6.66	1.91	28.68
La Perla	8.00	3.05	38.13
Mariano Escobedo	5.77	1.41	24.44
Total	103.32	48.90	47.33

investigación. Esto puede ser un factor determinante para la calidad y cantidad de producción y que las plantaciones no se estén aprovechando al máximo. La multiplicación biológica se realiza por esquejes y acodado aéreo. Esto coincide en parte con Tiscornia (1963), quien menciona que la propagación de la gardenia se da por esqueje y por injerto, sin embargo en esta región no se utiliza esta última práctica. Es importante mencionar que los encuestados producen su propia planta una vez que tienen establecido su cultivo. A diferencia de lo reportado por Murguía *et al.* (2008), ahora la técnica de propagación más recurrente es 53% por acodado, el esqueje 28% y 19% no práctica ninguna técnica. El 82% de los productores reportó algún tipo de daño en sus huertas, entre los que resalta el clima, presencia de enfermedades y malezas, ataque de insectos y/o fauna nociva o la combinación de algunos de ellos, esto último es considerado el daño más importante por 65% de los productores. Esto demuestra, de acuerdo a Murguía *et al.* (2008), que por desconocimiento o falta de información no le dan importancia a que las plantas se vean atacadas por agentes patógenos. Con respecto al grado de severidad de daños ocasionados a sus huertas, 62% reportó tener un grado de severidad bajo y 16% considera que es



Figura 2. Botón floral de gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis).

nulo. En el aspecto de comercialización, los productores reportan que durante todo el año existe producción de botón floral (Figura 2), siendo el período de marzo a octubre cuando prosperan sus cosechas. Pero por las condiciones ideales de clima para este cultivo, 86% de ellos considera al mes de mayo donde se obtiene la mayor producción, pudiendo haber disponibilidad de hasta 2'229,400 botones florales, seguido del mes de agosto (19%) en cuantos a producción; ya que, también se presentan las condiciones climáticas apropiadas. Lo contrario a esto se ve reflejado en el período de noviembre a febrero donde disminuye de manera considerable la producción, debido a baja temperatura (otoño-invierno) registrando en diciembre hasta 64% menos producción.

El botón, ramo floral o plántula son los productos que se están ofertando en el mercado; siendo la venta de botón floral el más importante, y 78% de los productores lo realiza. Respecto a la venta de plántula, el Municipio de Ixhuatlancillo es el que mayor lo practica (Figura 3).

Con referencia a los precios de los productos de gardenia, se registró diversidad en las regiones encuestadas, resaltando que 60% de los productores encuestados la vende a intermediarios, 19% vende directamente y 21% hace una combinación



Figura 3. Productos de gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) comercializados en la región central de Veracruz, México.

de los anteriores métodos. Los precios de botón floral registrados oscilaron de \$70 pesos hasta \$500 pesos por canasto de mil flores (\$168.82 pesos promedio); el precio por ramo floral fue de \$5 pesos mínimo y \$25 pesos máximo, en promedio \$10.78 pesos y el valor de la plántula de \$2 a \$12 pesos, con promedio de \$7 pesos.

El destino de la comercialización final de la gardenia fue 55% a nivel local y 23% nacional. No se encontró ningún caso de exportación. En cuanto al lugar de comercialización, se ubicaron nueve estados destino, sobresaliendo el estado de Puebla como principal destino seguido del Estado de México. La mayoría de los productores comercializaron a través de intermediarios, lo que originó menor ingreso. No se encontró ninguna compañía o cooperativa que pudiera realizar el transporte de la gardenia hasta el lugar de destino final. Sobre el crédito, se identificó que 98% realiza o mantiene las plantaciones con recursos propios y sólo 2% ha recibido al menos un tipo de apoyo de forma indirecta. No se encontró ningún productor que tuviera crédito bancario o de gobierno. Se ubicó que sólo 2% cuenta con empleados fijos, 42% utiliza de forma temporal, lo que indica que el 56% cultiva con autoempleo y familiar. No se registró ninguna organización de productores. El principal problema expuesto por los productores de gardenia (28%) es que para vender sus productos tienen dificultades con las autoridades de gobierno como inspectores de comercio y policía quienes les impiden realizar sus actividades de manera favorable, seguido del intermediarismo y falta de compradores en 24% de los casos. Con base a lo observado, se considera que el sistema de producción de gardenia es rudimentario con baja tecnificación y falta capacitación técnica para proyectarlo de forma competitiva, de manera tal que ayude a mejorar el ingreso de las familias dedicadas (Murguía *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

La producción de gardenia en el estado de Veracruz, es una actividad relativamente nueva. Para este estudio, se registraron 100 plantaciones con 48.9 hectáreas en total, ubicadas en los municipios de Fortín, Mariano Escobedo, La Perla, Atzacan, Ixhuatlancillo, Ixtaczoquitlán y Rafael Delgado y representa la actividad económica principal de la mayoría de los productores encuestados. Las unidades de producción no son tecnificadas y están asociadas a otras especies ornamentales, aunque la gardenia es la especie principal. La intervención de diversas autoridades de gobierno, así como el

intermediarismo y falta de compradores son problemas prioritarios.

LITERATURA CITADA

- Baines J., Key C. 1974. El ABC de las plantas de interior. Editorial Blume. Madrid, España. pp. 86-87.
- Blanco A.J. 2003. Pequeño Bosquejo Monográfico de El Fortín. 24 p.
- Davis P.H. 1979. The identification of Flowering plant families including a key to those native and Cultivated in north temperat regions. Ed. Cambrige University Press. London, England. pp: 270-271.
- Del Cañizo J.A. 1977. Plantas en el hogar. Editorial: Mundi-Prensa. Segunda edición. Madrid, España.
- Durán V.T.C. 2006. Diagnóstico del cultivo de la gardenia (*Gardenia jasminoides*) en la región central del Estado de Veracruz. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Veracruzana. pp. 27-28.
- García A.O. 2013. Factibilidad financiera para la producción de anturio (*Anthurium andreanum*), en el municipio de Cuitláhuac, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Posgraduados, Montecillo Texcoco Edo de México. 191 p.
- Hernández M.F., Pérez P.E., Licona V.A.L., Cisneros S.V.M., Díaz C.S. 2012. Diversificación productiva café-plantas ornamentales en La Sidra, Atzacan. Veracruz. Geografía Agrícola 48-49: 39-50.
- Murguía G.J., Durán V.T.C., Leyva O.O.R., Lee E.H.E., Ramírez H.T., Galindo T.M.E., Landero T. I., Rodríguez L.D.A., Oliva R.H. 2008. Diagnóstico del cultivo de la gardenia (*Gardenia jasminoiedes* Ellis) en la región central del estado de Veracruz. XXI Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz y I del Trópico Mexicano 2008. pp. 235-244.
- Programas Regionales Veracruzanos 2013-2016. Gobierno del Estado de Veracruz. Programa Región las Montañas. pp. 4-12.
- Rimache A.M. 2009. Floricultura, cultivo y comercialización. Grupo Editorial Macro, S. P. C. Miraflores, Lima, Perú. Pp. 239-251.
- Soler M.R. 2004. La comercialización de la naranja: caso la región Acateno- Hueytamalco en el estado de Puebla. Tesis Doctorado. Colegio de Postgraduados. Puebla, México. 130 p.
- Tiscornia J.R. 1963. Cultivo de Flores y plantas de adorno. Ed. Hachette. Buenos Aires, Argentina. Pp. 82-84.



COMPETENCIAS EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS IDENTIFICADAS EN RECOLECTORES DE *Liometopum apiculatum* Mayr

COMPETENCE IN PROJECT MANAGEMENT IDENTIFIED IN COLLECTORS OF *Liometopum apiculatum* Mayr

Hipólito-Cruz, G.¹; Cadena-Iñiguez, J.¹; Morales-Flores, F.J.^{1*}; González-Hernández, H.²; Trejo-Téllez, B.I.¹; Ruíz-Vera, V.M.¹

¹Innovación en Manejo de Recursos Naturales, *Campus* San Luis Potosí. Colegio de Postgraduados; Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México, CP. 78621. ²Entomología y Acarología, *Campus* Montecillo, Colegio de Postgraduados, km 36.5 carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, CP. 56230.

*Autor de correspondencia: franciscojmf@colpos.mx

RESUMEN

La revalorización de recursos naturales se debe a la creciente presión social por generar proyectos productivos rentables sobre todo en regiones limitadas agroecológicamente. Se realizó una intervención social en cuatro comunidades del altiplano Potosino Zacatecano, que manejan 28,694 ha, para identificar competencias que influyen en el éxito de recolección de larvas de hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) como actividad económica. Se analizó el comportamiento de recolectores, para identificar competencias actuales y requeridas para sugerir estandarización de procesos en la cadena de valor. Se identificaron seis tipos de recolectores de acuerdo a su orientación de recolección en el largo plazo. Los perfiles reflejaron competencias técnicas (productividad de nidos, volúmenes de recolección, recursos requeridos para extracción y estándares de calidad de escamolera); de sobrevivencia del negocio (saber dónde comercializar) y de orientación a resultados (administración de recursos obtenidos, desarrollo de cultura de recolección, y lograr precio por kilogramo aceptable contra su esfuerzo). El interés del recolector es seguir aprovechando el recurso en torno a proyectos planificados, mejorar la presentación y cumplimiento de requisitos de inocuidad como competencia que diferenció su producto en el mercado.

Palabras clave: Hormiga, insectos comestibles, conocimiento local, cadena de valor.

ABSTRACT

The revaluation of natural resources is a result of the growing social pressure to generate profitable productive projects, particularly in regions that are agro-ecologically limited. A social intervention was carried out in four communities of the Potosino Zacatecano high plateau, which manage 28 694 ha, in order to identify the abilities that influence the success while collecting the escamolera ant larvae (*Liometopum apiculatum* Mayr) as economic activity. The behavior of the collectors was analyzed to identify current and required abilities to suggest the standardization of processes in the value chain. Six types of collectors were identified, according to their orientation in long-term collecting. The profiles reflected technical abilities (nest productivity, collection volumes, resources needed for the extraction, and quality standards of the escamolera); of business survival (knowing where to commercialize); and of results-orientation (managing resources obtained, developing a collecting culture, and attaining an acceptable price per kilogram from their efforts). The interest of the collector is to continue taking advantage of the resource around planned projects, improving the presentation and fulfillment of requirements for innocuity as an ability that differentiates his/her product in the market.

Keywords: Ants, edible insects, local knowledge, value chain.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 6, junio, 2016, pp. 44-50.

Recibido: mayo, 2016. **Aceptado:** junio, 2016.

INTRODUCCIÓN

La revalorización de actividades rurales para aprovechar recursos naturales se debe a la creciente presión social por generar proyectos productivos rentables por los habitantes de regiones limitadas agroecológicamente (Charvat, 2003). En comunidades del Altiplano Potosino-Zacatecano en México, se ha aumentado el nivel de integración entre el conocimiento tradicional y recursos endógenos con el fin de formar proyectos de aprovechamiento de recursos locales como una fuente generadora de beneficios económicos, alimenticios y desarrollo social (Reed, 2008). Un recurso natural aprovechable en zonas de baja precipitación son las larvas de la hormiga conocidas como escamol (*Liometopum apiculatum*, Mayr), cuyo empleo y presentación como producto pueden ser mejorados, como sucede con otros insectos en México, y como se ha documentado en países asiáticos y europeos, favoreciendo el desarrollo económico en comunidades rurales (Barrena y Sánchez, 2013). Sin embargo, los efectos en la sociedad del éxito de un proyecto productivo de escamol son el resultado del conocimiento

tradicional, la necesidad de generar una fuente de ingresos económicos y perspectiva inconsciente de organización permanente, integrando la identificación de competencias individuales de los actores rurales involucrados (Maja-Marija et al., 2013). Las competencias en el desempeño de un proyecto o una tarea son un factor clave para lograr resultados y por ende un éxito en proyectos productivos, omitirlos puede ser causa para no alcanzar el éxito debido a que dependen exclusivamente del ser humano (Cooke-Davies, 2002). Con base en lo anterior, se identificaron las competencias individuales en dirección de proyectos orientados a la recolecta de escamol, considerando el antecedente histórico de explotación con fines comerciales con el fin de proponer mejoras al proceso de organización, beneficiado, presentación de producto y comercialización.

La revalorización de actividades rurales para aprovechar recursos naturales se debe a la creciente presión social por generar proyectos productivos rentables por los habitantes de regiones limitadas agroecológicamente (Charvat, 2003). En comunidades del Altiplano Potosino-Zacatecano en México, se ha aumentado el nivel de integración entre el conocimiento tradicional y recursos endógenos con el fin de formar proyectos de aprovechamiento de recursos locales como una fuente generadora de beneficios económicos, alimenticios y desarrollo social (Reed, 2008). Un recurso natural aprovechable en zonas de baja precipitación son las larvas de la hormiga conocidas como escamol (*Liometopum apiculatum*, Mayr), cuyo empleo y presentación como producto pueden ser mejorados, como sucede con otros insectos en México, y como se ha documentado en países asiáticos y europeos, favoreciendo el desarrollo económico en comunidades rurales (Barrena y Sánchez, 2013). Sin embargo, los efectos en la sociedad del éxito de un proyecto productivo de escamol son el resultado del conocimiento

MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicaron encuestas estructuradas a personas dedicadas a recolectar escamoles en cuatro comunidades de Pinos, Zacatecas y Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México. Se consideró un enfoque integral para identificar competencias técnicas, de comportamiento (actitudes de los recolectores), y contextuales relevantes para el negocio del escamol a partir de la mejora de las habilidades de los recolectores (Figura 1) (IPMA, 2006). De las 46 competencias indicadas se consideraron 17 elementos de competencia que suceden durante la recolecta de escamol como elementos transversales para el éxito del aprovechamiento sustentable de este recurso natural, tales como, **competencias técnicas** vinculadas a la gestión de los recursos naturales a) prácticas de recolecta y conservación del nido; período de recolecta y cosecha, cantidades obtenidas, ubicación y movilidad del nido con las temporadas de aprovechamiento, picado, extracción, cierre, y material para tapar el nido. b) sobre la familia; años de experiencia y escolaridad del recolector, años de pertenencia en

la comunidad, importancia de la actividad en economía familiar y la generación de empleos; **competencias de comportamiento** ligadas a liderazgo e influencia en miembros de la comunidad, como es: c) cumplimiento de estándares de calidad; tamaño, limpieza y tecnología de conservación del escamol, creación de una organización permanente, principal actividad económica del recolector, propiedad legal de las áreas de aprovechamiento de la larva y superficie; y finalmente, **competencias contextuales** orientadas a d) la sostenibilidad del negocio en el largo plazo como alternativa rentable; venta fuera de la comunidad y continuidad de la actividad, identificación de clientes potenciales, diferenciación comercial (color, sabor, tamaño y demanda), frecuencia de entrega y destino inmediato y seguridad de recibir un pago.

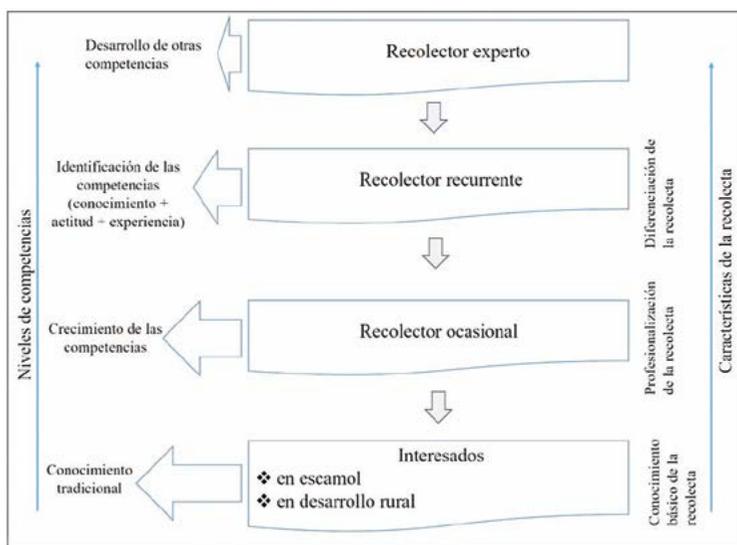


Figura 1. Competencias y actores involucrados en la recolección de (*Liometopum apiculatum*, Mayr) en comunidades rurales de en el Altiplano Potosino Zacatecano.

La revalorización de actividades rurales para aprovechar recursos naturales se debe a la creciente presión social por generar proyectos productivos rentables por los habitantes de regiones limitadas agroecológicamente (Charvat, 2003). En comunidades del Altiplano Potosino-Zacatecano en México, se ha aumentado el nivel de integración entre el conocimiento tradicional y recursos endógenos con el fin de formar proyectos de aprovechamiento de recursos locales como una fuente generadora de beneficios económicos, alimenticios y desarrollo social (Reed, 2008). Un recurso natural aprovechable en zonas de baja precipitación son las larvas de la hormiga conocidas como escamol (*Liometopum apiculatum*, Mayr), cuyo empleo y presentación como producto pueden ser mejorados, como sucede con otros insectos en México, y como se ha documentado en países asiáticos y europeos, favoreciendo el desarrollo económico en comunidades rurales (Barrena y Sánchez, 2013). Sin embargo, los efectos en la sociedad del éxito de un proyecto productivo de escamol son el resultado del conocimiento

El tamaño de muestra fue de n=45 actores rurales que aprovechan una superficie de recolecta de 28,694 ha donde de manera natural existe el escamol, durante marzo y abril de 2015 (Cuadro 1). Las competencias expresadas por los productores se analizaron con análisis multivariados identificación de valores propios (Eigenvalues) que determinan la clasificación de recolectores de escamol mediante el análisis de componentes principales; y la construcción de grupos basados en varianza interna mínima (Ward), utilizando Infostat (Di Rienzo, 2014) y Statistical Analysis System (SAS, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las competencias individuales identificadas se clasificaron según su grado de desarrollo durante el proceso de recolección para la gestión de recursos naturales, las actitudes de los recolectores en el liderazgo e influencia en otros de su gremio y en las preocupaciones de los mismos sobre la sostenibilidad del negocio (Figura 2).

De 41 características del negocio del escamol, once tuvieron un comportamiento definido: Vinculadas a la gestión de recursos: La época de recolección se realiza durante marzo y abril; se trata de recolectores masculinos maduros (39 años de edad) que no usan jornales, la recolecta se realiza con mano de obra familiar. Los recolectores de escamol recuerdan de memoria la ubicación de los nidos, trabajan en parejas con actividades complementarias, realizan una primera limpieza del escamol al momento de recolectarlo (retiran piedras que lastimen las larvas, quitan exceso de suelo que demerita la calidad del producto y tapan el

Cuadro 1. Datos de las localidades encuestadas.

Estado	Municipio	Localidad	Número de encuestados	Superficie (ha)
San Luis Potosí	Salinas de Hidalgo	San Juan Sin Agua	7	13,000
Zacatecas	Pinos	Tolosa	18	13,740
Zacatecas	General Pánfilo Natera	Aurelio Pamanes	11	1,354
Zacatecas	Pinos	El Tecomate	9	600

nido de hormigas para favorecer su recuperación) (Figura 3), las esposas realizan un segundo lavado más profundo y delicado al llegar las larvas al domicilio familiar. Al final de la jornada, las parejas de recolecta de escamol se reparten al 50% el producto y el ingreso de la venta. Respecto a la orientación y sostenibilidad del negocio del escamol: más de 80% de los entrevistados manifestaron un interés en formar empresas del escamol, como organización permanente que dé certidumbre en los ingresos, independientemente de sus actividades como agricultores, ganaderos y jornaleros (Figura 4).

Once características de la recolecta carecieron de respuesta significativa (menos de 20% de los encuestados manifestaron una opinión), ligada a liderazgo e influencia en miembros de la comunidad: los recolectores no consideran que el escamol recolectado tenga características diferenciadoras como tamaño, color y olor (Figura 5), volúmenes y época de demanda, no le dan importancia a la seguridad de venta, ni a la recompensa por realizar el esfuerzo de vender o desconocer lugares de venta, tampoco consideran que el mercado sea incierto o que exista descenso en el volumen de escamol recolectado, y que requiera una inversión en el negocio (adquisición de tecnología o infraestructura).

En resumen, se analizaron 19 características relacionadas con la recolecta de escamol definidas por la mayoría de los encuestados, y representan una base para el desarrollo rural de pobladores con recursos escasos dentro del contexto territorial.

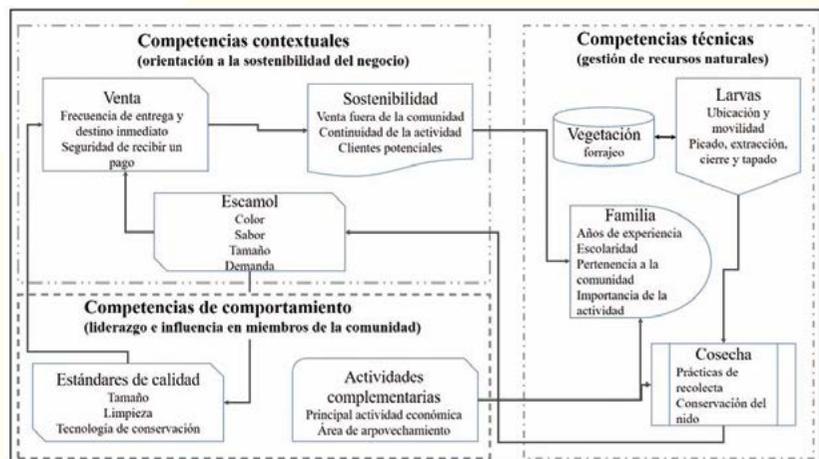


Figura 2. Identificación de las competencias de los recolectores de escamol (*Liometopum apiculatum*, Mayr) para su aprovechamiento sustentable.



Figura 3. Competencias técnicas: ubicación del nido (A1 y A2), extracción que inicia con la apertura del nido (B1), obtención del escamol (*Liometopum apiculatum*, Mayr) (B2); limpieza de suelo en campo con cribado (C1), retiro de piedritas (C2) y depósito de la recolección en equipo de traslado (C3), cierre del nido colocando un tronco (D) y guapilla como material externo para tapanlo (E).

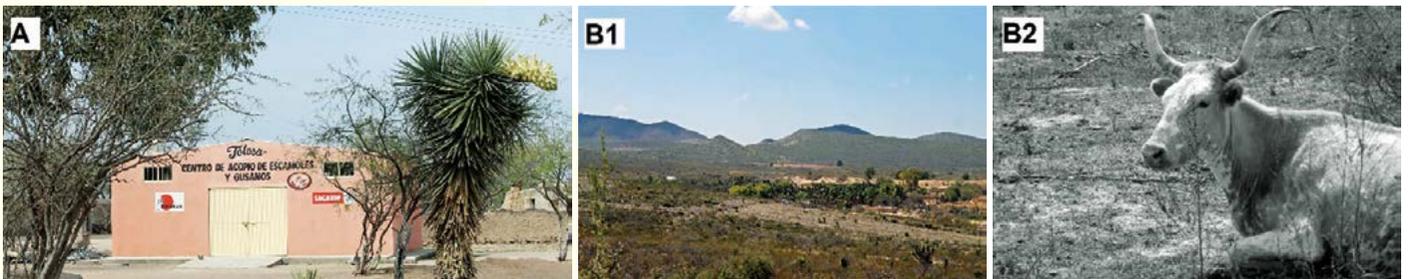


Figura 4. Competencias de comportamiento expresadas como creación de una organización (A), actividad primaria del recolector: agricultura (B1) y ganadería (B2).

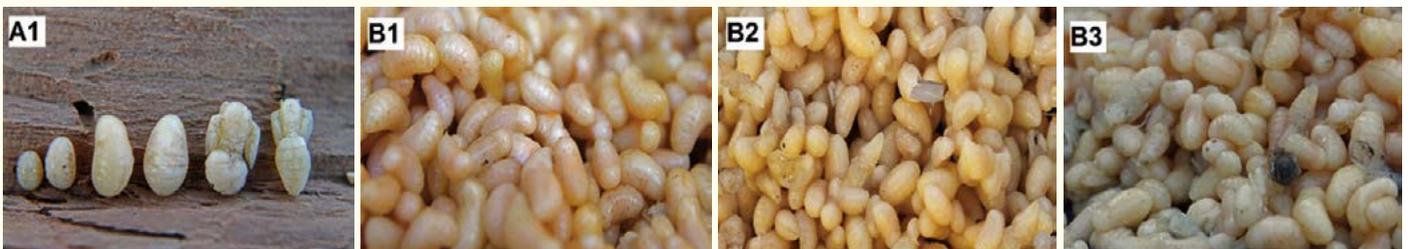


Figura 5. Competencias contextuales: A1: tamaño del escamol (*Liometopum apiculatum*, Mayr) que venden B1-B3: Calidades decrecientes de escamol.

Definición de tipos de recolectores

El análisis de componentes principales de las características de la recolección señaló una varianza de 0.78 (de un total de 1) al considerar seis componentes principales (Figura 6) utilizando 12 variables (Cuadro 2). De las 19 analizadas se eliminaron siete, considerando únicamente 1) nivel de estudios del recolector, 2) importancia de la recolecta en sus ingresos económicos, 3) lugar donde pica el nido para conocer el momento de recolección, 4) práctica de introducir materiales naturales para favorecer la ovoposición, 5) mudanza del nido, 6) frecuencia de entrega de escamol a intermediarios, 7) no existe compromiso con un comprador permanente, 8) pago barato por kilogramo, 9) desconoce puntos de venta, 10) desconoce nuevos clientes, 11) tiene fe en el negocio, y 12) la recolecta no es su actividad primaria.

El dendrograma de formación de grupos identificó seis tipos de recolectores (73% de confiabilidad) utilizando siete variables de competencia clasificatorias (Cuadro 2): porción aprovechada del nido de hormiga escamolera (todo el nido o una parte), equipamiento para el traslado de escamol (hielera para conservación y cubeta o bote para colecta), destino (intermediario o venta directa), fijación del precio por el escamol (pago inmediato contra entrega o pago diferido), el beneficiario de la venta del escamol (recolector o un grupo de recolectores), utilidad del ingreso para la familia (ingreso extra o único ingreso), tenencia de la tierra donde recolecta (ejido, prestados, rentados). Las relaciones de similitud entre los recolectores de escamol (Figura 7) identifican actores con mayores posibilidades de éxito como negocio (recolectores **conservadores**, grupo03), los recolectores **con perspectiva**, los que **desconocen el negocio** y los **oportunistas** consideran que el precio del escamol es adecuado (grupos05, 06 y 01); los recolectores **sociales** hacen uso de recursos en terrenos ejidales (grupo02). A diferencia de la mayoría de los recolectores, los **improvisados** no obtienen ingresos extras que les motive a dar continuidad al negocio del escamol (grupo04).

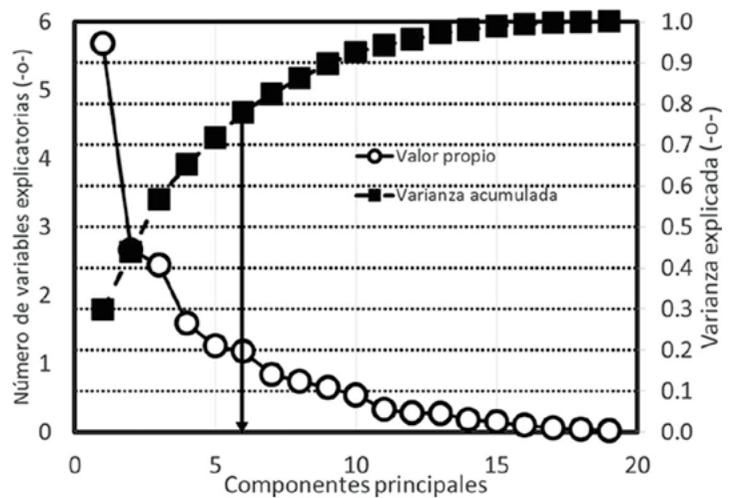


Figura 6 Definición de número de variables de competencia a considerar (componentes principales) y varianza explicada en recolectores de (*Liometopum apiculatum*, Mayr).

Competencias identificadas

Los resultados sugieren correspondencia entre las características de recolecta de escamol como actividad rural con las indicadas en dirección de proyectos (IPMA, 2006), y se muestra su existencia para cada grupo de recolector (Cuadro 2). Las competencias identificadas son las siguientes:

- a. **Liderazgo:** los recolectores deben asegurar el usufructo de tierras ajenas o comunitarias a través de pago o permisos de autoridades (comisariado ejidal) ya sea en forma individual o a través de grupo.

Cuadro 2. Competencias identificadas para el éxito de un proyecto productivo de escamol (*Liometopum apiculatum*, Mayr).

Característica	Competencia IPMA	Elemento IPMA	Tipo de recolector					
			1	2	3	4	5	6
Propiedad de la tierra	Comportamiento	Liderazgo				☑		
Sabe dónde vender	Contextual	Negocios		☑	☑		☑	
Ingreso extra al hogar	Contextual	Orientación a proyectos	☑	☑	☑		☑	
Obtener la ganancia	Contextual	Sistemas productos y tecnologías		☑	☑		☑	
Pago muy barato	Contextual	Negocios	☑		☑	☑	☑	☑
Equipo utilizado	Técnica	Calidad				☑		
Porción aprovechada del nido	Técnica	Alcance y entregables	☑			☑	☑	☑

☑ Se identificó la competencia. 1 oportunista, 2 social, 3 conservador, 4 improvisado, 5 con perspectiva, 6 desconoce el negocio.

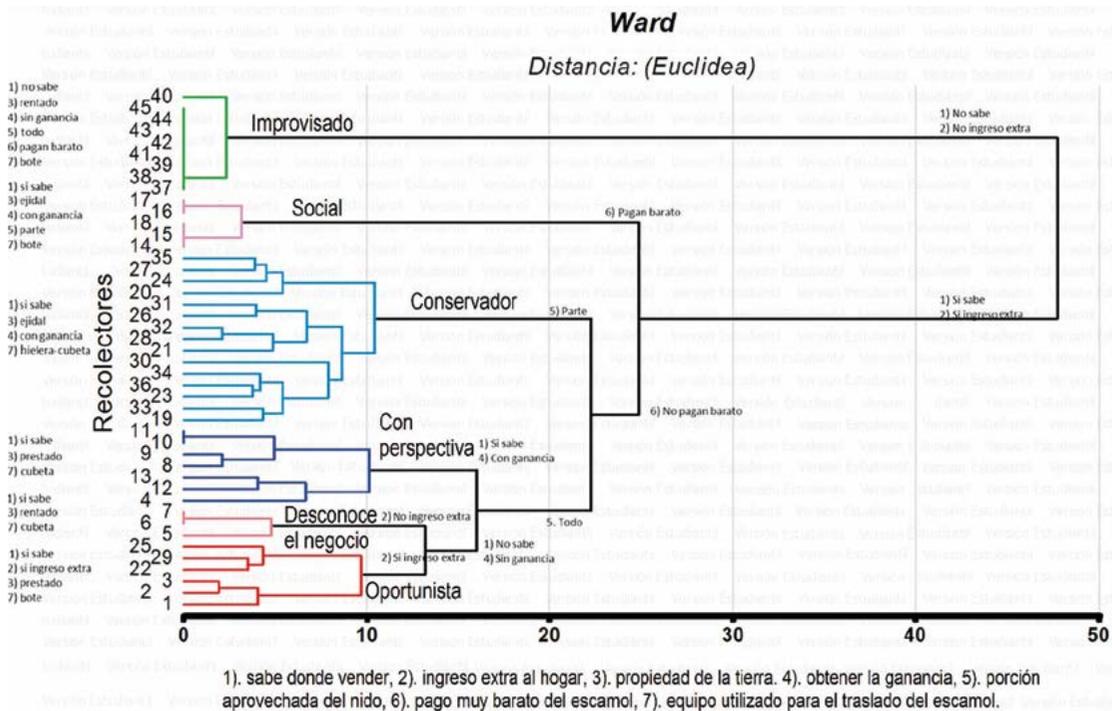


Figura 7. Agrupación de recolectores de escamol (*Liometopum apiculatum*, Mayr) y competencias identificadas en cada grupo.

- b. **Negocios:** mantienen una percepción del mercado para obtener ingresos económicos que orienten volúmenes de larvas aceptables. Los recolectores deben considerar que su esfuerzo no se compensa con el precio de venta; sin embargo, es una actividad temporal con mayor remuneración que su actividad principal.
- c. **Orientación a proyectos:** el recolector debe asegurar el abasto de demanda de producto aún fuera de la temporada de recolecta, y lo obliga a desarrollar estrategias de conservación (congelado de producto), desarrollo de mercados y ampliación de clientes que son acciones concretas para el desarrollo de negocio permanente de aprovechamiento de recursos locales.

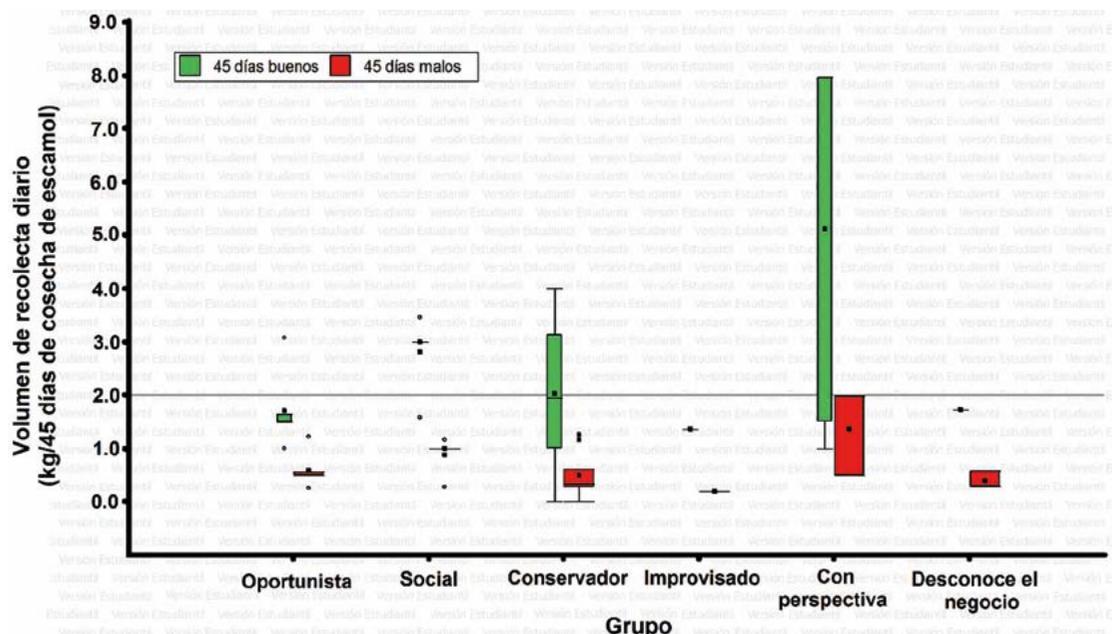


Figura 8. Variación del volumen de recolecta de escamol (*Liometopum apiculatum*, Mayr) en buenos y malos rendimientos por nido.

- d. **Sistemas, productos y tecnologías:** el productor debe desarrollar prácticas de recolecta, limpieza y clasificación de calidades, estrategias de equipamiento para el traslado y conservación de producto que le de solidez a la venta y generar beneficios económicos que pueden ser base para proyectar el negocio.
- e. **Calidad:** el recolector debe asegurar características del escamol exigidas por los compradores.
- f. **Alcance y entregables:** el recolector tiene que planificar la estrategia de recolecta que mantenga al nido como una alternativa productiva y educar a su socio de recolecta en la entrega de producto con estándares en los tiempos oportunos de cada etapa.

Los ingresos generados por esta actividad temporal señalan un indicador de rentabilidad de la recolecta (Figura 5), que ejerce presión y puede agotar el recurso debido a falta de regulación sobre la especie y áreas de aprovechamiento (Ramos *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES

Las competencias que identifican a los recolectores para gestionar, empoderarse y profesionalizarse en la actividad del recurso local comprende cuatro aspectos: 1) entender los cambios ambientales que afecten la productividad de la hormiga escamolera, 2) tomar decisiones sobre el manejo de los nidos de hormiga, 3) fortalecer conservación del hábitat de la hormiga escamolera en el largo plazo; y 4) decidir los volúmenes de extracción de larvas basado en la demanda de los consumidores. El tipo de recolector que desarrolle el mayor número de competencias estará mejor preparado para adquirir presencia en comercio del escamol y lograr una recolecta de mayor calidad con diferenciación en el mercado. Todas las competencias

identificadas hacen viable la orientación de la recolecta para dar oportunidad a más actores rurales de insertarse en nuevos mercados que proporcionará a los beneficiarios, seguridad de auto-emplearse en su comunidad. El primer paso para formular proyectos productivos para el aprovechamiento de recursos naturales de zonas áridas es identificar las competencias en el éxito del negocio, como es el caso del escamol en las comunidades del Altiplano Potosino Zacateno.

AGRADECIMIENTOS

El apoyo brindado por la Empresa MOHUERT S.R.L. de C.V. "Recolector de insectos comestibles" que facilitó el contacto con los recolectores en campo y la aplicación de la encuesta. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca de la autora principal No. 337082, matrícula Colegio de Postgraduados: 1143606

LITERATURA CITADA

- Barrena R., Sánchez M. 2013. Neophobia, personal consumer values and novel food acceptance. *Food Quality and Preference*. 27: 72–84.
- Charvat J. 2003. *Project Management Methodologies: Selecting, Implementing and Supporting Methodologies and Processes for Projects*. Wiley, New York 264 p.
- Cooke-Davies T. 2002. The "real" success factors on projects. *International Journal of Project Management*. 20:185-190.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- IPMA. 2006. ICB-IPMA Competence baseline, versión 3.0. International Project Management Association. The Netherlands. 199 p.
- Ramos E.J., Pino J.M., Conconi M. 2006. Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. *Folia Entomológica Mexicana*. 45 (3): 291-318.
- Reed S.M. 2008. Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation*. 141: 2417-2431.
- SAS. 2014. Base SAS 9.4 Procedures Guide, Third Edition. SAS Institute Inc. Cary, N.C. 2194 p.



ESTABLECIMIENTO Y MULTIPLICACIÓN *in vitro* de *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni, VARIEDAD 'Eirete'

In vitro ESTABLISHMENT AND MULTIPLICATION OF *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni, 'Eirete' VARIETY

Lee-Espinosa, H.E.¹; Nieto-Agustín, E.D.¹; Murguía-González, J.¹; Leyva-Ovalle, O.R.¹; Landero-Torres, I.¹; Galindo-Tovar, M.E.¹; Ramírez-Hernández, T.¹; Dávila-Lezama, M.R.¹

¹Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Región Orizaba-Córdoba, Camino Peñuela-Amatlán Km 1. Amatlán de los Reyes C.P. 94945, Veracruz, México. Laboratorio de Micropropagación Vegetal.

*Autor de correspondencia: kalapana_66@hotmail.com

RESUMEN

Se llevó a cabo la multiplicación *in vitro* de *Stevia rebaudiana* Bertoni cv. Eirete, con el fin de determinar las mejores condiciones de cultivo para su establecimiento y emisión de brotes múltiples, y diseñar una estrategia para su micropropagación. Para el establecimiento *in vitro*, se seleccionaron como explantes secciones de tallo de ≈ 1.5 cm, con dos nudos, se pre desinfectaron en solución de Captán® (3.0 gr L^{-1}) en agitación por 15 minutos, seguido de inmersión en alcohol etílico (70% v/v) por 5 min. Posteriormente, bajo condiciones asépticas, se desinfectaron con NaClO (5% v/v) por 10 minutos, seguida de dos enjuagues con agua destilada esterilizada (ADE). Los explantes se establecieron en posición vertical y horizontal en el medio basal Murashige y Skoog (1962) suplementado con 6, Bencilaminopurina (BAP) en concentraciones de 0.0, 1.0, 1.5 y 2.0 mg L^{-1} . Las variables número de brotes, vigor y talla de los mismos, fue afectada por los tratamientos. El análisis de medias de Tukey mostró diferencias significativas en número de brotes, directamente proporcionales a la concentración de BAP, y en relación inversa con su aspecto y vigor. Determinar la concentración apropiada de BAP para el establecimiento *in vitro* e inducción de brotes múltiples es el inicio de una estrategia para la micropropagación de *Stevia rebaudiana* Bertoni spp.

Palabras clave: multiplicación, 6-benzylaminopurina (BAP), estevia, edulcorantes

ABSTRACT

The *in vitro* multiplication of *Stevia rebaudiana* Bertoni cv. Eirete was carried out, with the aim of determining the best cultivation conditions for their establishment and emission of multiple buds, and of designing a strategy for their micropropagation. For the *in vitro* establishment, stem sections of ≈ 1.5 cm, with two knots, were selected as explants; they were pre-disinfected in Captán® solution (3.0 gr L^{-1}) in agitation for 15 minutes, followed by immersion in ethylic alcohol (70 % v/v) for 5 min. Later, under aseptic conditions, they were disinfected with NaClO (5% v/v) for 10 minutes, followed by two washes with sterilized distilled water (SDW). The explants were established in a vertical and horizontal position in the Murashige and Skoog basal medium (1962) supplemented with 6-Benzylaminopurine (BAP), in concentrations of 0.0, 1.0, 1.5 and 2.0 mg L^{-1} . The variables number of buds, vigor and size of these, were affected by the treatments. The Tukey means analysis showed significant differences in number of buds, directly proportional to the concentration of BAP, and inversely related to their aspect and vigor. Determining the appropriate concentration of BAP for the *in vitro* establishment and induction of multiple buds is the beginning of a strategy for the micropropagation of *Stevia rebaudiana* Bertoni spp.

Keywords: multiplication, 6-Benzylaminopurine (BAP), stevia, sweetener.



INTRODUCCIÓN

Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni, es una planta herbácea perenne (Asteraceae), nativa de Paraguay (Sud América) y cultivada en países de casi todos los continentes, con gran importancia debido a su contenido en edulcorantes naturales bajos en calorías, lo cual es benéfico a la salud de personas diabéticas y con sobrepeso (Gantait *et al.*, 2015). El steviosido, es el principal endulzante presente en tejidos de hojas y tallos de stevia, y en su forma purificada registra 300 a 400 veces más dulzor que el azúcar de caña (*Saccharum officinarum* L.) (Kingham y Soejarto, 1985). Estos compuestos, que pueden extraerse de las hojas, se encuentran disponibles al público para endulzar una variedad de productos comestibles. Las hojas y extractos de stevia también se utilizan como suplementos en la dieta para el cuidado de la piel en Estados Unidos de Norteamérica (Behnaz Shafii *et al.*, 2012). En el ámbito mundial se ha generado una tendencia hacia el consumo de alimentos saludables, de origen natural, debido a que las personas se han dado cuenta de la importancia de cuidar su salud. De acuerdo a estudios realizados, en México, una de cada tres personas está afectada por obesidad, tanto hombres como mujeres (SS, 2013) y en el caso de Estados Unidos de América, un estudio reveló que existen cerca de 160 millones de personas que hacen uso de un sustituto dietético, resaltando el Aspartame como el edulcorante más utilizado para endulzar bebidas, lácteos, repostería, confitería, etcétera, sin embargo, la dependencia al consumo de estas sustancias puede traer consigo varios riesgos, tales como el aumento en los niveles de glucosa en sangre de personas con diabetes y personas con obesidad (Méndez y Saravia, 2012). Dado que México ocupa el segundo lugar en obesidad del mundo, y el aumento de diabetes en la población no disminuye, ha crecido la demanda de sustitutos de azúcar de caña especialmente para personas con enfermedades crónicas degenerativas (Ramírez *et al.*, 2012). Debido a lo anterior, ha crecido el interés por elevar la producción de plantas de Stevia por distintos métodos, probando la propagación convencional por esquejes, estacas, raíces entre otros, evidenciando inconvenientes en estos métodos de propagación asexual el requerimiento de un número elevado de plantas madre así como, espacio especial para planta madre y enraizamiento. Los métodos biotecnológicos como el cultivo de tejidos vegetales *in vitro*, con fines comerciales representan una opción viable; ya que, a partir de muy pocas plantas donadoras de explantes, se puede lograr la producción clonal y masiva, garantizando vo-

lumen y calidad genética y plantas libres de patógenos, lo cual es difícil de mantener por métodos tradicionales de propagación asexual. En Stevia se han probado diferentes métodos de propagación *in vitro* y explantes que incluyen esquejes, hojas, segmentos nodales y yemas axilares (Gantait, 2015), sin embargo, es importante desarrollar un protocolo local para la propagación *in vitro* de Stevia utilizando explantes que permitan mejor uso del material vegetal (planta madre) con buen rendimiento. Con base en lo anterior, se evaluó el uso de mestacas como explantes y su respuesta a tres concentraciones de 6-benzylaminopurina (BAP).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó la variedad 'Eirete' de *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertouli, que fue desarrollada por el Instituto Agronómico Nacional (I.A.N o IPTA) de Paraguay y que presenta características de buena adaptación ambiental, así como hojas de mayor tamaño en comparación con otras variedades. Estas características aumentan considerablemente la capacidad de producción de kg de hojas por ha⁻¹, que anualmente oscilan entre 2 y 2.5 t ha⁻¹, cuando no se utilizan sistemas riego, y hasta 3 y 3.5 t ha⁻¹, bajo condiciones de riego. Las plantas que se utilizaron como fuente de explantes, se obtuvieron en la empresa *Stevia rebaudiana* en la ciudad de León, Guanajuato, México. Posteriormente fueron colocadas en el vivero de planta original y aclimatización de la Facultad de Ciencias Biológico Agropecuarias región Orizaba-Córdoba de la Universidad Veracruzana, y se sometieron a cuarentena con sustrato desinfectado, realizando aplicaciones, tanto de fungicida sistémico (Benomil®) al sustrato, como de contacto (Captán®) al follaje, cada ocho días.

Medios de cultivo

El medio de cultivo utilizado para el establecimiento de las miniestacas, fue el de Murashige y Skoog (1962) suplementado con 100 mg L⁻¹ de mio-inositol, 5 ml de solución de vitaminas de MS, 30 g L⁻¹ de sacarosa y 2.5 g L⁻¹ de Phytigel® como agente gelificante. Durante el establecimiento no se adicionaron reguladores de crecimiento vegetal; sin embargo, para inducir la proliferación de brotes múltiples, en la etapa de multiplicación y alargamiento, el medio básico de Murashige y Skoog (1962) fue suplementado en forma similar al medio de establecimiento, adicionado diferentes concentraciones de 6-benzylaminopurina (BAP): 0.0, 1.0, 1.5 y 2.0 mg L⁻¹, para probar su efecto inductor de la brotación. El pH fue ajustado a 5.7±0.1, y los medios fueron dosificados a

razón de 20 ml por frasco tipo "G", que posteriormente se esterilizaron en autoclave durante 20 minutos a 1.05 kg cm^{-2} de presión y $121 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura.

Establecimiento *in vitro*

Pre-desinfección: Se cortaron 28 miniestacas consistentes en segmentos de tallo con dos nudos cada uno. Inicialmente se lavaron con detergente y agua corriente y colocaron en solución fungicida (Captan[®] 3 g L^{-1}) en agitación lenta durante 15 min; posteriormente se llevó a cabo una inmersión en alcohol etílico al 70% (v/v) durante 5 minutos.

Desinfección: Bajo condiciones de asepsia en campana de flujo laminar (CFL), los explantes fueron desinfectados con hipoclorito de sodio (NaClO) al 5% (v/v) en inmersión (10 min), agitando repetidamente. Transcurrido este tiempo se realizaron dos enjuagues con ADE, a fin de retirar el exceso de desinfectantes.

Sembrado: Bajo condiciones asépticas, en CFL, se ajustó el tamaño de las miniestacas hasta $\approx 1.5 \text{ cm}$ cortando los extremos, y colocaron en posición vertical y horizontal, en el medio de cultivo, a razón de dos explantes por frasco. Los frascos se colocaron en el área de incubación, a $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$, fotoperiodo de 16 horas luz y ocho horas de oscuridad e intensidad luminosa de $25 \mu\text{M m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ proporcionada por lámparas fluorescentes marca Phillips[®] de 30 watts. La temperatura promedio fue de $24 \text{ }^\circ\text{C}$ por el día y $18 \text{ }^\circ\text{C}$ por la noche, llegando a $18 \text{ }^\circ\text{C}$ como mínima y $28 \text{ }^\circ\text{C}$ máxima.

Multiplicación y alargamiento

Para la inducción de múltiples brotes, se estableció un experimento completamente al azar, evaluando el efecto de diferentes concentraciones de BAP, distribuidas en tres tratamientos: $T_1=1 \text{ mg L}^{-1}$, $T_2=1.5 \text{ mg L}^{-1}$, y $T_3=2 \text{ mg L}^{-1}$, y un testigo sin BAP en medio de cultivo básico de Murashige y Skoog (1962). Se prepararon cinco repeticiones de cada tratamiento, consistentes cada una en un frasco de cultivo con dos miniestacas de $\sim 1.5 \text{ cm}$ de longitud, cada una con dos nudos, similares a las utilizadas para iniciar los cultivos axénicos, pero esta vez separadas de los brotes producidos de *novo* en los explantes colocados en posición vertical en la fase de establecimiento. Las evaluaciones de la producción de brotes múltiples se realizaron a 55 días de iniciado el experimento, monitoreando a intervalos de cinco días, posible contaminación, fenolización y en general el avance en la formación de brotes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de desinfección aplicado a explantes y su establecimiento *in vitro*, permitió el progreso y producción de brotes después de 15 días de desarrollo. Se observó mejor respuesta a la producción de brotes en explantes colocados verticalmente, ya que en aproxima-

damente 15 días, inició la producción de brotes a partir de las yemas axilares, los cuales por su altura ($>1.5 \text{ cm}$) y características (brotes completamente formados, con tallo y hojas bien definidas y aspecto vigoroso) se consideraron óptimos para la extracción de propágulos (Figura 1). Los explantes colocados horizontalmente produjeron escasos brotes cuya talla fue menor de 1.5 cm de altura; además tendieron a deshidratarse rápidamente durante su manejo *ex vitro* en CFL, por lo que no fueron utilizados para la fase de multiplicación y alargamiento.

Multiplicación y alargamiento de miniestacas

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos para la variable número de brotes (Figura 2). El tratamiento con 2 mg L^{-1} de BAP en el medio de cultivo MS, produjo en promedio 33 brotes por explante, considerado como el mayor promedio de brotación obtenido en el presente estudio, seguido del tratamiento con 1.5 mg L^{-1} de BAP, y 1 mg L^{-1} de BAP, que produjeron en promedio 19.6 y 13.6 brotes por explante respectivamente. El testigo produjo en promedio 2.2 brotes por explante.



Figura 1. Desarrollo de brotes de *Stevia rebaudiana* Bert. var Eirete. a: miniestaca vertical mostrando la producción de brotes. b: miniestaca horizontal con desarrollo incipiente de brotes a 15 días de su crecimiento *in vitro*.

El aspecto general de los brotes fue variable; sin embargo, se observó influencia de las concentraciones de BAP en la longitud. Al aumentar la concentración de citocinina hasta 2 mg L^{-1} , aunque el número de brotes fue mayor, la longitud disminuyó y en menor medida, su vigor y coloración. La disminución del vigor estuvo dada por el grosor de los tallos y el color de hojas fue más pálido (Figura 3). Estos resultados coinciden con Sreedhard *et al.* (2008) quienes reportaron el mayor promedio de producción de brotes en explantes de hoja cuando utilizaban 2 mg L^{-1} de BAP, aunque en combinación con Kinetina 1 mg L^{-1} , y usando explantes de hojas inmaduras de *S. rebaudiana* spp. Sirvaram y Mukundan (2003), al comparar concentraciones de 2.2 mg L^{-1} hasta 13.3 mg L^{-1} de 6-Benziladenina, registraron mayor número de brotes con la menor concentración. Esto pone de manifiesto la importancia de determinar la mejor concentración en

la inducción de brotes y coincide con lo encontrado en este trabajo. Referente al vigor de los brotes, es mejor seleccionar el tratamiento que, aunque no produzca la mayor brotación, logre mejorar la calidad de brote e incremente su longitud y brotación en el subcultivo. En este experimento, en el tratamiento T2 los brotes producidos por explante (19.6), registraron al ser individualizados para su subcultivo, mayor elongación, y en general mayor vigor. El testigo, produjo únicamente 2.2 brotes promedio, con aspecto elongado y poco vigoroso.

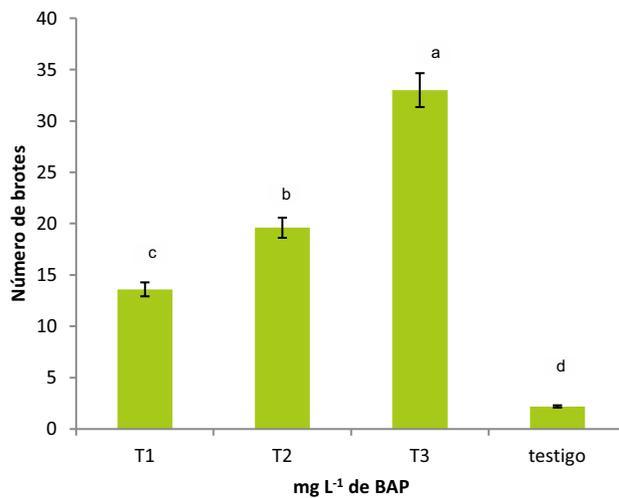


Figura 2. Efecto de concentraciones de BAP (mg L^{-1}): T₁=1, T₂=1.5, T₃=2, testigo=0 sobre la inducción de brotes en miniestacas de *Stevia rebaudiana* Bert. Var 'Eirete' cultivadas *in vitro*. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

CONCLUSIONES

La desinfección del 100% de explantes de *S. rebaudiana* Bert. Eirete, fue exitosa cuando se realizó en dos etapas: pre desinfección con Captan® (3 g L^{-1}) en agitación 15 min seguida de inmersión en alcohol etílico al 70% (v/v) 5 min, y desinfección bajo condiciones asépticas en NaClO 5% (v/v) 10 min y posteriores enjuagues



Figura 3. Respuesta al desarrollo y proliferación de brotes múltiples de miniestacas de *Stevia rebaudiana* Bert. Var Eirete, en medio MS (1962) a diferentes concentraciones de BAP en los tratamientos: a-b: T₃=MS+BAP 2 mg L^{-1} ; c-d: T₂=MS+BAP 1.5 mg L^{-1} ; e-f: T₁=MS+BAP 1 mg L^{-1} .

con ADE. El tratamiento que mayor promedio de brotes produjo fue el T3, consistente en el medio de cultivo MS+2 mg L⁻¹ de BAP., sin embargo, el tratamiento adicionado con 1 mg L⁻¹ de BAP, con promedio de 19.6 brotes por explante, registró en la fase de subcultivos sucesivos mayor número de brotes y vigor, que lo hace más promisorio para micropropagación comercial.

LITERATURA CITADA

- Behnaz Shafii, Ramin Vismeh, Randy Beaudry, Ryan Warner & A. Daniel Jones. 2012. Large-scale profiling of diterpenoid glycosides from *Stevia rebaudiana* using ultrahigh performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 403:2683–2690.
- Gantait S., D. Arpita, M. Nirmal. 2015. *Stevia*: A Comprehensive Review on Ethnopharmacological Properties and In vitro Regeneration. *Sugar Technology* 17:95–106.
- Kinghorn, A. D., & Soejarto, D. D. 1985. Current status of stevioside as a sweetening agent for human use. *Economic and medicinal plant research*/edited by H. Wagner, Hiroshi Hikino, Norman R. Farnsworth.
- Méndez E., F. D. y Saravia H., R. A. 2012. Extracción de un edulcorante natural no calórico a escala de laboratorio a partir de "*Stevia rebaudiana* Bertoni." y su aplicación en la industria de alimentos. Universidad de El Salvador Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. San Salvador. pp. 20-27.
- Murashige, T and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant.* 15:473-497.
- Ramírez, J. G., Avilés, B. W., Moguel, O. Y., Góngora, G. S., May, L. C. 2012. *Estevia* (*Stevia rebaudiana*, Bertoni), Un cultivo con potencial productivo en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Sureste. Mérida, Yucatán, México. 88 p.
- Sreedhar, R.V., I. Venkatachalam, R. Thimmaraju, N. Bhagyalakshmi, M.S. Narayan and G.A. Ravishankar. 2008. Direct organogenesis from leaf explants of *Stevia rebaudiana* and cultivation in bioreactor. *Biología Plantarum* 52: 355-360.
- Secretaría de Salud (SS). 2013. Estrategia Nacional para la Prevención y el Control del Sobrepeso, la Obesidad y la Diabetes. D.R. Secretaría de Salud. Ed IEPSA, Entidad paraestatal del Gobierno Federal. México.
- Sirvaram, L. & Mukundan, U. 2003. In vitro culture studies on *Stevia rebaudiana*. *In vitro cell development and Biology* 39: 520-523.



SISTEMA EFICIENTE PARA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)

EFFICIENT SYSTEM FOR LETTUCE PRODUCTION (*Lactuca sativa* L.)

Cebada-Merino, M.¹; Herrera-Corredor, J.A.²; Andrés-Meza, P.¹; Leyva-Ovalle, O.R.^{1*}

¹Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, ²Colegio de Posgraduados Campus Córdoba,

*Autor de correspondencia: oleyva@uv.mx

RESUMEN

El crecimiento en áreas urbanas ha traído consigo una disminución de tierra cultivable, afectando directamente el rendimiento global de la producción agrícola. Ante esta situación, se está recurriendo a alternativas que promuevan el acceso a los alimentos con un enfoque en la seguridad alimentaria. Se desarrolló una estrategia de producción considerando el control climático y Técnico de una Película de Nutrientes (NFT) para aprovechar superficies no cultivables por método tradicional de lechuga (*Lactuca sativa* L.), estableciendo los tratamientos bajo invernadero+sistema NFT (T1); y sistema NFT a campo abierto (T2), y se evaluó el efecto de la temperatura en el largo y ancho de las hojas, contenido de clorofila y peso fresco de lechuga. Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos para todas las variables evaluadas, excepto para contenido de clorofila. La combinación del control climático y el sistema de cultivo hidropónico permitió obtener rendimientos promedio de 59 t ha^{-1} y 46 t ha^{-1} para T1 y T2, respectivamente; valores superiores al rendimiento nacional en cultivo tradicional de 38.82 t ha^{-1} .

Palabras clave: hidroponía, control climático, agricultura urbana.

ABSTRACT

The growth of urban areas has brought with it a decrease of arable land, affecting directly the global yield of agricultural production. In face of this situation, there is an attempt to resort to alternatives that promote access to foods with an approach of food security. A production strategy was developed taking into account climate control and the Nutrient Film Technique (NFT), to take advantage of non-arable surfaces through the traditional method for lettuce production (*Lactuca sativa* L.), establishing the treatments under greenhouse-NFT system (T1), and NFT system on the open field (T2); the effect of temperature on the length and width of the leaves, chlorophyll content, and fresh weight of the lettuce was evaluated. Significant differences were found ($P \leq 0.05$) between treatments for all the variables evaluated, except for the chlorophyll content. The combination of climate control and the hydroponics cultivation system allowed obtaining average yields of 59 t ha^{-1} and 46 t ha^{-1} for T1 and T2, respectively, values higher than the national yield in the traditional cultivation of 38.82 t ha^{-1} .

Keywords: hydroponics, climate control, urban agriculture.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 6, junio, 2016. pp: 56-61.

Recibido: mayo, 2016. **Aceptado:** junio, 2016.



INTRODUCCIÓN

La urbanización de muchos países ha disminuido la superficie cultivable afectando directamente el rendimiento global de la producción agrícola por conflictos de uso del suelo, con ello ha ido en aumento la demanda de tierra, así como el precio de los alimentos (Ibáñez, 2008); y las poblaciones de escasos recursos económicos inmersas en las zonas urbanas o sus periferias, que no cuentan con el espacio para cultivar (Forero y Devia, 2012), o no tienen la capacidad económica para adquirir alimentos (Atehortúa, 2007) enfrentan crisis de seguridad alimentaria. Existen tecnologías hidropónicas que pueden contribuir al desarrollo productivo desde un nivel de autoconsumo hasta el nivel comercial, y de acuerdo a Resh (1997), es una alternativa en la que se sustituye el suelo por una solución que contiene los nutrientes esenciales para el desarrollo vegetal. Una de las metodologías que engloba dicha técnica es la NFT (Nutrient Film Technique) o "**Técnica de Película de Nutrientes**" cuyo principio se basa en que las plantas crezcan en canales de cultivo a través de los cuales circula la solución nutritiva de forma intermitente, a intervalos definidos y controlados por un temporizador (Furlani, 1998). La característica principal de este sistema es que es cerrado con la solución recirculando para hacer más eficiente el uso de agua y nutrientes, de tal forma que el porcentaje de ahorro o eficiencia depende del tipo de planta cultivada y composición del agua de riego (Urrestarazu, 2004). El diseño y construcción de un invernadero debe permitir la mayor rentabilidad en función del clima local y exigencias bioclimáticas de la especie a cultivar (Castilla, 2005). Dentro de las hortalizas más cultivadas en la técnica NFT, se encuentra la lechuga (*Lactuca sativa* L.); debido a su fácil adaptación al sistema proporcionando alta productividad y reducción de su ciclo de producción, comparado con

el cultivo tradicional (Oshe *et al.*, 2001). Durante 2014, en México, el cultivo de lechuga en suelo reportó una superficie sembrada de 19,440.40 ha, con producción de 406,678.05 t, y rendimiento promedio de 21.43 t ha⁻¹ (SIAP, 2014). En el estado de Veracruz, México, la localidad que llega a desarrollar el cultivo de lechuga es Maltrata; en la cual se cultivan cerca de 25 ha, con rendimiento de 14.5 t ha⁻¹ (SIAP, 2014), casi la mitad del rendimiento promedio nacional. Con base en lo anterior, el objetivo de este estudio fue desarrollar una estrategia de producción considerando control climático y el sistema NFT para aprovechar superficies no cultivables de manera tradicional en lechuga.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un invernadero en el municipio de Río Blanco, Veracruz, México, ubicado (18° 51" N, y 97 09° O, a 1300 m de altitud). La estructura del invernadero experimental se construyó a una altura de cinco metros para obtener una superficie disponible de 46 m². El diseño estructural se basó en las recomendaciones para clima tropical por la NMX-E-255-CN-CP-2008 como "Unitonel con ventila cenital fija". Las dimensiones del invernadero fueron consideradas en función de la relación: volumen de aire/superficie de invernadero, se obtuvo un valor de 2.77 m³ m²⁻¹, considerado por Bouchet *et al.* (2007) como ideal para amortiguar los cambios bruscos de temperatura del sistema. Para la velocidad del viento se consideró un valor de 125 km h⁻¹, dando una presión horizontal de 117.19 kg m²⁻¹ y una presión con inclinación del techo a 15° de 57 kg m²⁻¹. La cubierta plástica tuvo una densidad de 0.92 gr cm³⁻¹ y un grosor de 0.0152 cm, dando un peso de 0.139 kg m²⁻¹. Con estos valores, se realizó el cálculo de la distribución de cargas y con ello los esfuerzos a los que fueron sometidos cada uno de los elementos estructurales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cálculo de esfuerzos sometidos a cada elemento estructural y material propuesto con su respectiva resistencia.

Elemento	Esfuerzo sometido	Fórmula	Valor de esfuerzo	Dimensión exterior del material propuesto (cm) ¹	Resistencia al esfuerzo
Larguero	Flexión	Módulo de sección	0.1039 cm ³	2.54	1.19 cm ³
Cuerda superior	Compresión	Momento máximo de compresión	258.49 Kg	2.54	1140.7 Kg
Cuerda inferior	Tracción	Área de acero	0.084 cm ²	3.17	2.18 cm ²
Montante	Compresión	Momento máximo de compresión	260.919 Kg	2.54	994.5 Kg
Diagonales	Tracción	Área de acero	0.159 cm ²	2.54	1.70 cm ²
Columnas	Compresión	Momento máximo de compresión	795.952 Kg	3.81	1162.42 Kg

¹ Perfil tubular cuadrado (PTR) calibre 14.

Para disminuir la temperatura del invernadero se instaló; un sistema de enfriamiento por nebulización de baja presión y uno de aire forzado. El primero lo conformaron; 10 nebulizadores pendulares de 4 boquillas marca TAVLIT® separados a 2 m, cada uno con válvula anti-goteo modelo 530-H con capacidad de apertura a una presión de 1.5 ± 2 bar, un cierre de válvula a los 0.7 ± 0.1 bar. Dicho sistema se activó cuando la temperatura llegó a los 30 °C por periodos de 10 minutos, necesario para que la temperatura descendiera de 3 °C a 4 °C. Para la ventilación forzada se utilizaron dos ventiladores marca MAN® modelo Freal-2020, cuya capacidad individual de desplazamiento de aire fue de $105 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$. Para la activación de éstos, se seleccionaron 25 °C en termostato electro-mecánico marca SCHAEFER® modelo T-115 (Figura 1). Se registró y evaluó la temperatura dentro y fuera del invernadero mediante un Data Logger marca Watchdog modelo 450 situado a una altura de 1.5 m del suelo y programado para el registro cada hora.

Se establecieron dos tratamientos; invernadero+Técnica de la Película de Nutrientes (T1) y Técnica de la Película de Nutrientes a campo abierto (T2). El primero tuvo un tanque recolector con capacidad de 750 L, conectado a una bomba eléctrica marca Siemens® con potencia de 0.5 HP, activada con un temporizador electromecánico marca Steiren® modelo Temp 24H por perio-



Figura 1. Sistemas de enfriamiento por nebulización y aire forzado, termostato.

dos de quince minutos cada media hora durante el periodo diurno. Durante la noche el sistema de bombeo permaneció apagado. Se utilizó tubería de PVC de una pulgada de diámetro tipo RD26 y conexiones del tipo cédula 40 para conducir la solución nutritiva hasta los canales de cultivo, los cuales se construyeron con tubos de PVC de seis metros de longitud con diámetro de tres pulgadas separados a 20 cm y perforados cada 20 cm haciendo un total de 29 orificios por tubo con diámetro de $1^{1/4}$ pulgadas, apoyados sobre estructuras metálicas a una altura de 1.30 m. Para el T2, el sistema de almacenamiento y bombeo de la solución consistió en una cubeta de 20 L y una bomba sumergible marca ADIR con capacidad de bombeo de 600 galones por hora. Se establecieron cuatro canales de cultivo

con una longitud de dos metros. Las características como diámetro del tubo, distancia entre tubos, distancia entre orificios, fueron las mismas que para el sistema bajo invernadero. Por las condiciones climáticas de la zona de estudio, se seleccionó un material vegetal tolerante a temperaturas elevadas. Para tal efecto se utilizó semilla de lechuga del tipo hoja de roble variedad KIREVE RZ de la empresa Rijkzwaan® con una solución nutritiva (Rodríguez *et al.*, 2001) (Cuadro 2).

Para la siembra se utilizaron charolas de poliestireno expandido de 200 cavidades previamente desinfectadas con solución de hipoclorito de sodio a 100 mg kg⁻¹. El sustrato empleado fue una mezcla de 70% peat-moss y 30% de agrolita. El ciclo de cultivo fue de 60 días. A partir de

Cuadro 2 Balance para el cálculo de nutrimentos aportados en solución nutritiva.

	pH	CE dSm ⁻¹	Concentración mg L ⁻¹												
			K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	N ⁻	P ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Mo
Análisis de Agua	7.3	0.3		98	32.1			22.4	2.44						
Cantidad requerida		1.3-1.5	212	150	40	190	50			0.1	1	0.5	0.15	0.5	0.05
Solución nutritiva	6.5	1.35	212	52	7.9	190	50	22.4	0.5	0.1	1	0.5	0.15	0.5	0.05

la siembra transcurrieron 30 días, posteriormente se trasplantó a los canales de cultivo marcando tres hojas de cada planta en ambos tratamientos a las cuales se le realizaron tres mediciones cada 10 días de las variables: largo de hoja, colocando una regla desde el tallo hasta el punto del limbo más lejano, ancho de hoja, con una regla identificando los dos puntos del limbo más lejanos, contenido de clorofila determinado con el equipo SPAD® modelo 502 y peso fresco al momento de la cosecha determinado con una báscula. Con el paquete estadístico SAS® (*Statistical Analysis System*) versión 8.2, se realizaron los análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias por método de Tukey. Posteriormente, se realizó un análisis de medidas repetidas incluyendo las fechas en que se tomaron los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento y comparación de temperatura entre tratamientos

La Figura 2 muestra el registro de la temperatura para los dos tratamientos sobre valores promedio de temperatura máxima. El T1 registró reducción en promedio de 9 °C, respecto al T2. Los valores máximos de temperatura durante todo el ciclo de cultivo fueron sometidos a una prueba de hipótesis ($\alpha=0.05$); el valor de z obtenido aceptó la hipótesis alterativa que estableció: Tratamiento dos > Tratamiento 1.

A lo largo del experimento, la temperatura promedio durante el periodo diurno comprendido de 7:00 am a 7:00 pm fue de 24.8 °C para el tratamiento uno y 27.4 °C para T2, con una diferencia de 2.6 °C entre ambos. Dicho valor supera al reportado por Meca *et al.* (2007) quienes obtuvieron una diferencia de 1.5 °C y Perdigonés *et al.* (2004) con diferencia de 0.8 °C en sistemas de nebulización a baja presión. La Figura 3 muestra el día con el valor de temperatura más elevado. Se observó una diferencia entre tratamientos de 14.3 °C, 17.5 °C y 14.5 °C a las 12:00 pm, 13:00 pm y 14:00 pm respectivamente, obteniéndose una diferencia diurna sostenida de al menos 5.5 °C.

De acuerdo al análisis de varianza y agrupación de medias por la prueba de Tukey el T1 presentó mayor peso fresco promedio comparado con el T2 (Figura 4). La condición principal a la cual se le atribuye dicho efecto es al estrés por temperatura que afectó principalmente al T¹ (Figura 5). De acuerdo con Taiz y Zeiger (2006), tanto la fotosíntesis como la respiración se inhiben a altas temperaturas pero, y a medida que la temperatura aumenta, las tasas fotosintéticas disminuyen más rápidamente que las tasas respiratorias. Guy (2010) menciona que en climas tropicales entre 70% y 80% de carbono diario que la planta convierte en azúcar, se pierde por producto de la respiración excesiva, afectando directamente el crecimiento y rendimiento de las plantas. Si los valores de temperatura se mantienen elevados por tiempo prolongado, como medida seguridad para evitar

el marchitamiento, la planta procede al cierre estomático restringiendo aún más la absorción de CO₂ para la fotosíntesis.

La agrupación de medias relacionadas con el peso (g⁻¹) por la prueba de Tukey de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. Intybacea Hoja de Roble, fue para tratamientos de 296 g, mientras que para campo abierto de 230 g.

Con base en la densidad de plantación establecida de 20 plantas m²⁻¹, considerando pasillos, se obtuvo un rendimiento de 5.9 Kg m²⁻¹ (59 t ha⁻¹) y 4.6 Kg m²⁻¹ (46 t ha⁻¹) para los T1 y T2 respectivamente en un ciclo productivo de 60 días. Ambos valores, superan el rendimiento reportado en cultivo tradicional por el SIAP (2014) para el estado de

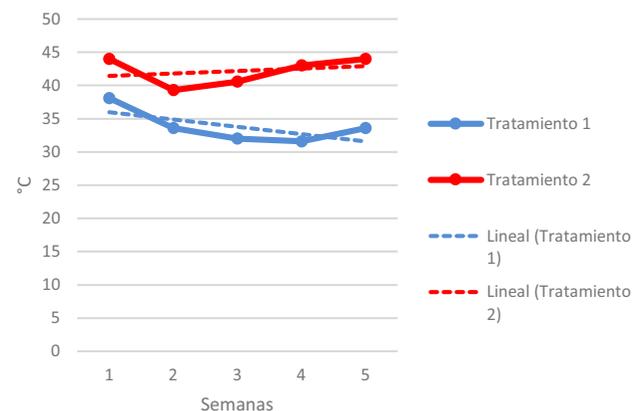


Figura 2. Temperatura máxima después del trasplante.

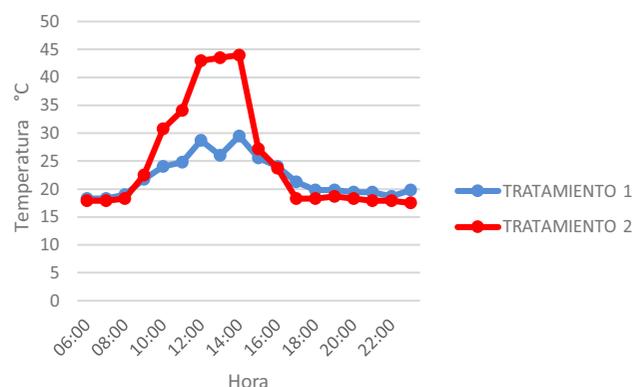


Figura 3. Registro de temperatura a lo largo del día más cálido durante el ciclo de cultivo.



Figura 4. Comparación del producto cosechado. A: Tratamiento 1. B: Tratamiento 2.

Aguascalientes, México, quien ocupa el primer lugar en rendimiento para dicho cultivo con 38.82 t ha^{-1} . Suponiendo que pudieran establecerse seis ciclos por año, se tendría, bajo el T1 un potencial de producción de $35.4 \text{ Kg m}^2 \text{ año}^{-1}$ ($350 \text{ t ha año}^{-1}$) y $27.6 \text{ Kg m}^2 \text{ año}^{-1}$ ($276 \text{ t ha año}^{-1}$) para el T2. El Cuadro 3 presenta la correlación parcial de las tres variables del experimento, en este se observa que el valor de las unidades SPAD tienen correlación positiva baja (18%) respecto al largo y ancho de hoja. Por lo que a medida que la planta crece, disminuye la cantidad de clorofila no siendo éste un factor coherente con lo que establece la literatura ya que según Evans et al. (1988), la capacidad fotosintética de las hojas, es responsable de la producción de biomasa, relacionada directamente con el contenido de nitrógeno en la planta. En el caso de las variables largo y ancho de hoja, se registró una correlación positiva de 63%, indicando que a mayor largo de hoja mayor será el ancho de esta (Cuadro 3).

La agrupación de medias (Cuadro 4) de las variables respuesta respecto a los tratamientos, sin considerar los valores SPAD, el largo y ancho de hoja registraron valores



Figura 5. Marchitamiento de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el tratamiento dos provocado por temperatura excesiva.

promedio más elevados para el tratamiento dentro del invernadero respecto al de campo abierto. Esto se considera como consecuencia de la influencia que ejerció principalmente la temperatura, ya que en términos generales Grazia et al. (2001) mencionan que es el principal factor regulador de crecimiento durante las fases iniciales del cultivo, y controla el desarrollo del área foliar, acelerando la tasa de aparición de hojas y el ritmo de expansión foliar, determinando de esta forma la superficie foliar capaz de interceptar la radiación fotosintéticamente activa. En el caso del T2,

la mayor parte del ciclo productivo se mantuvo por encima de los valores óptimos, atribuido a estrés afectando el desarrollo de las hojas y el rendimiento.

CONCLUSIONES

Los sistemas de enfriamiento por nebulización de baja presión y la ventilación forzada lograron reducir la

Cuadro 3. Correlación parcial de las variables evaluadas.

	¹ SPAD	² Larhoja	³ Anchoja
SPAD	1.00	0.18	0.18
Larhoja	0.18	1.00	0.63
Anchoja	0.18	0.63	1.00

¹SPAD=Unidades del medidor de clorofila; ²Larhoja=Largo de hoja; ³Anchoja=Ancho de hoja.

Cuadro 4. Comparación de medias de Duncan del efecto de los tratamientos sobre las variables evaluadas.

Tratamiento	¹ SPAD	² Larhoja	³ Anchoja
Invernadero	23.12 a	11.39 a	10.21 a
Campo abierto	20.96 b	10.17 b	7.9 b

1=unidades del medidor de clorofila; 2=Largo hoja; 3=Ancho hoja.

temperatura hasta 9 °C en promedio durante el ciclo productivo, mejorando las condiciones climáticas para el desarrollo del cultivo. De esta forma, la combinación de tecnologías de invernadero, control del clima y sistema de cultivo hidropónico NFT no sólo permitieron el buen desarrollo del cultivo de lechuga en una zona urbana, sino que además se generó un rendimiento de 59 t ha⁻¹, valor superior al máximo nacional reportado en cultivo tradicional con 38.82 t ha⁻¹.

LITERATURA CITADA

- Atehortúa L. 2007. Bioagricultura urbana y cambio climático. *Bio-Agriculture*, U. 2(2), 8.
- Bouchet E.R., Freyre C.E., Bouzo C.A., Favaro J.C. 2007. Efecto de las dimensiones de un invernadero sobre la temperatura interna en periodos cálidos. *Revista Científica Agropecuaria* 11 (2), 111-119.
- Evans J.R., S. von Caemmerer, Adams III W.W. 1988. *Ecology of photosynthesis in sun and shade*. CSIRO, Melbourne, Australia.
- Forero C., Devia-Castillo C.A. 2012. Sistema productivo de techos verdes en comunas vulnerables, estudio de caso en el barrio La Isla, Altos de Cazucá en Soacha, Cundinamarca. *En Ambiente y Desarrollo* XVI (30); 21-35
- Furlani P. 1998. Instrucciones para el cultivo de hortalizas de hoja por la técnica de hidroponía NFT. Campinas: Instituto agronómico, 30 p. (IAC, boletín técnico, 168).
- Grazia L., Tittonell P.A., Chiesa Á. 2001. Efecto de la época de siembra, radiación y nutrición nitrogenada sobre el patrón de crecimiento y el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Argentina: Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- Guy B. 2010. Manejo de cultivos en invernadero con altas temperaturas. *Boletín del programa nacional sectorial de producción agrícola bajo ambientes protegidos*, 9: 2-6.
- Ibáñez G. 2008. Techos vivos extensivos: Una práctica sostenible por descubrir e investigar en Colombia. *Alarife: Revista de Arquitectura*, 61 (16), 21-36.
- Meca D., López J., Gázquez J., Baeza E., Pérez Parra J., Zaragoza G. 2007. A comparison of three different cooling systems in parral type greenhouses in Almería. *Journal of Agricultural Research*, 285-292.
- Oshe S., Dourado D., Manfron P., Santos O. 2001. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. *Scientia Agricola* 58, 181-185.
- Perdigones A., Pascual V., García J., Nolasco J., Pallares D. 2004. Interactions of crop and cooling equipment on greenhouse microclimate. *In: Greensys: sustainable greenhouses systems*. Leuven, Belgium, Sept. *Greensys: sustainable greenhouses systems*, 12-16.
- Resh H. 1997. *Cultivos hidropónicos: nuevas técnicas de producción* (4ª ed). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 509p.
- Rodríguez A., Chang M., Hoyos M. 2001. Lettuce production in a peruvian modified DFT system. *Proceedings of the World Congress on Soilless Culture: Agriculture in the Coming Millenium*. ISHS. *Acta Horticulturae* No 554: 273-278.
- SIAP. 2014. Consultado 22-11-2014 en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>
- Taiz L., Zeiger E. 2010. *Plant Physiology*. 5ª Ed. Sinauer Associates. USA. 781 p.
- Urrestarazu, M. (2004). *Tratado de cultivos sin suelo* (3ª ed). Madrid: Mundi-Prensa. 914 p.



SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ORQUÍDEAS (Orquidaceae) EN VERACRUZ, MÉXICO

ORCHID (Orquidaceae) PRODUCTION SYSTEMS IN VERACRUZ, MÉXICO

Murguía-González, J.¹; Leyva-Ovalle, O.R.¹; Lee-Espinosa, H.E.¹; Galindo-Tovar, M.E.¹; Pardiño-Sedas, V.T.²; Llarena-Hernández, R.C.^{1*}

¹Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Región Orizaba-Córdoba, Camino Peñuela-Amatlán Km. 1. Amatlán de los Reyes C.P. 94945, Veracruz, México. ²Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Miguel Ángel de Quevedo s/n esq. Yañez, Col. Unidad Veracruzana, Veracruz, Veracruz.

*Autor responsable: rllarena@uv.mx

RESUMEN

Las orquídeas son reconocidas por su belleza y representan una oportunidad de diversificación para agricultores. En el estado de Veracruz, México, se considera relativamente reciente su cultivo y en la región central se desconoce el estado de producción de orquídeas. En este trabajo se determinó el estado actual de los sistemas de producción de orquídeas para su caracterización en la región central de Veracruz por medio de una encuesta estructurada. Se identificaron 24 unidades de producción en 11 municipios. El área que destinan a las orquídeas representa el 20% de la superficie que destinan a otras ornamentales (93,540 m²). Los géneros mayormente cultivados son *Cymbidium*, *Cattleya*, *Phalaenopsis* y *Dendrobium*. Las principales limitantes identificadas son falta de infraestructura y dificultades para comercialización, ausencia de un esquema de asociación legal de productores que permita tener presencia en el mercado, aumentar el volumen de ventas y obtener mejores precios. La mayoría de estas unidades tiene menos de 10 años de antigüedad, por lo que se trata de una actividad reciente que requiere ser atendida como actividad estratégica del estado. La situación actual de las unidades de producción requiere para su desarrollo, estrategias de asociación y estandarización de calidad de plantas y procesos de comercialización.

Palabras clave: Ornamentales, flores, asociación.

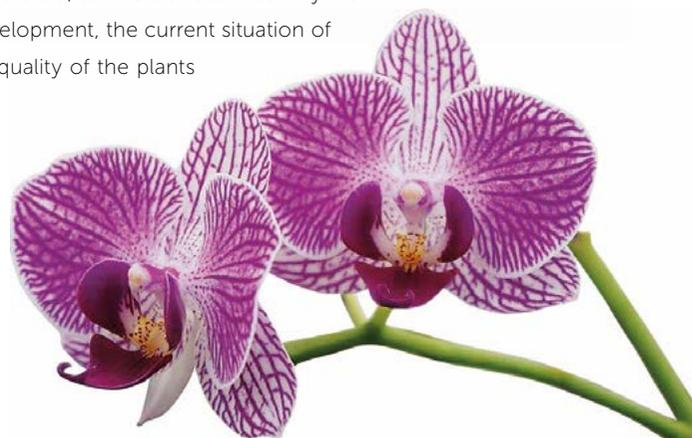
ABSTRACT

Orchids are recognized for their beauty and represent a diversification opportunity for farmers. In the state of Veracruz, México, their cultivation is considered relatively recent and in the central region there is a lack of knowledge about the status of orchid production. In this study the current status of orchid production systems was determined, for their characterization in the central region of Veracruz through a structured survey. Twenty-four production units were identified in 11 municipalities. The area that they destine to orchids represents 20 % of the surface that is destined to other ornamentals (93,540 m²). The genera most frequently cultivated are *Cymbidium*, *Cattleya*, *Phalaenopsis* and *Dendrobium*. The main limiting factors identified are lack of infrastructure and difficulties for commercialization, and the absence of a scheme for legal association of producers that allows having a presence in the market, increasing the sales volume and obtaining better prices. Most of these units are at least 10 years old, so this is a recent activity that requires being addressed as a strategic activity in the state. For their development, the current situation of production units requires association strategies, standardization of the quality of the plants and commercialization processes.

Keywords: ornamentals, flowers, association.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 6, junio, 2016. pp: 62-66.

Recibido: enero, 2016. **Aceptado:** abril, 2016.



INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el cultivo de plantas ornamentales es una actividad agrícola con mayor crecimiento. Representa una oportunidad de diversificación para los agricultores, con la cual pueden obtener mejores ganancias y utilizar modelos de producción con una economía sustentable. En México, se dedican 16,268 hectáreas al cultivo de ornamentales con un valor de la producción de 50 millones de dólares, y el 90% de ésta, se concentra en cinco estados de la República Mexicana (Cárdenas, 2009), entre los cuales el estado de Veracruz no figura. Las orquídeas son sin duda las flores elite de las ornamentales por su belleza y precio, además, continuamente se producen nuevas variedades con características mejoradas para el comercio como flor de corte o maceta, lo cual representa oportunidades para la exportación (Griesbach, 2002; Winkelmann *et al.*, 2006). En un análisis reciente (Murguía *et al.*, 2012) reportó valores mundiales de importación y exportación de orquídeas por más de US \$200 millones

respectivamente; sin embargo, México no se encuentra entre los principales países, a pesar de tener condiciones favorables y una cercanía a Estados Unidos, país que importa grandes cantidades de orquídeas. En el estado de Veracruz, México, el cultivo de ornamentales se considera reciente (Murguía *et al.*, 2007) y a pesar de que no figura entre los estados más productivos, cuenta con climas muy variados debido a su posición geográfica y orografía (INEGI, 2008), lo cual proporciona condiciones idóneas para producir diversas especies ornamentales. La región central de Veracruz destaca por sus actividades en el cultivo de ornamentales en el estado (Chalate *et al.*, 2008); sin embargo, se desconoce el estado actual de los sistemas de producción de orquídea; y para poder tomar decisiones sobre su cultivo y eficiencia, se caracterizó el estado actual de los sistemas de producción en la región central de Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se enfocó en unidades de producción de orquídea en la re-

gión central de Veracruz. Mediante una encuesta estructurada, se visitaron viveros de orquídeas para obtener un registro de productores y una caracterización de las unidades de producción. Se omitieron las colecciones y centros de producción a nivel de traspato. En coordinación con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario Rural y Pesca (SEDARPA) del estado de Veracruz, se convocó a una reunión de trabajo, con la finalidad de reunir el mayor número de productores. Las entrevistas se realizaron entre enero 2013 y junio 2015. Para la caracterización de las unidades de producción, se realizó un censo por medio de una encuesta estructurada con datos referentes (Doorman *et al.*, 1991; Murguía *et al.*, 2003) para identificar las siguientes variables i) características generales del productor, ii) capacidad de producción e infraestructura, iii) tipo de organización y comercialización y iv) problemática general del cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Información general del productor

Se identificaron 24 unidades de producción procedentes de 11 municipios del centro de Veracruz, de las cuales el 70% se ubicaron en cuatro municipios (Cuadro 1).

El nivel de escolaridad mayoritario fue primaria (9 productores), seguido de universidad (6 productores), y secundaria, preparatoria y sin estudios con tres cada uno. Un rasgo sobresaliente fue que, los productores que contaban con estudios universitarios, en general presentan un nivel de manejo tecnológico superior al resto de los productores.

Cuadro 1. Distribución y características de unidades de producción de orquídeas en la región central de Veracruz, México.

Municipios	Unidades de producción (Núm.)	Altitud (m)	Escolaridad del productor
Perote	1	2,416	Universidad
Tonayán	1	1,959	No determinó
Jilotepec	1	1,680	Primaria
Xalapa	3	1,417	Universidad, preparatoria, Universidad
Xico	1	1,301	Secundaria
Coatepec	4	1,192	Primaria, dos con primaria, universidad
Ixtaczoquiltán	1	1,130	Primaria
Fortín	5	1,013	Dos primaria, secundaria, preparatoria universidad
Córdoba	5	846	Dos sin determinar, Dos primaria, Universidad
Yanga	1	520	Primaria
Puente Nacional	1	102	Universidad
Total	24		

Capacidad de producción e infraestructura

En el Cuadro 2, muestra la extensión dedicada a la producción de ornamentales y de orquídeas específicamente; y de su total, alrededor de 20% se dedica a producción de orquídeas. La mayoría de los productores asocia sus cultivos a otros dos tipos de ornamentales, destacando el anturio (*Anthurium* spp.) y follajes. Por otra parte, la cantidad de orquídeas producida es muy pequeña en proporción con la superficie destinada al cultivo de otras especies ornamentales (Cuadro 2), atribuido a que los productores no siempre cuentan con planta madre para sembrar mayores superficies, así como a tener varias opciones de venta, aunque no consiguen tener capacidad para ofrecer la máxima calidad de sus productos, debido a la diversidad de manejos que requieren las diferentes especies. El centro de producción más grande tiene una capacidad de producción de 20,000 plantas por superficie con los géneros *Cymbidium* Sw., *Cattleya* Lindl., *Phalaenopsis* H. Witte, y *Dendrobium* Sw.

La producción errática y dispersa con varias especies de ornamentales; además de lo complicado que resulta para el productor mantener actualizado la producción mensual, dificulta obtener una estimación precisa del número de plantas de orquídeas cultivadas. Esto contrasta con unidades de producción bien establecidas donde por lo

general cultivan una o dos especies de orquídeas. Se encontró que los híbridos de los géneros *Cattleya* (Figura 1 A), *Phalaenopsis* (Figura 1 B-C) y *Dendrobium* son los más cultivados en los centros de producción, además de *Cymbidium*, *Brassavola* (L) Rbr., *Laelia* (Kunth) Schltr, y *Paphiopedilum* Pfitzer.

Los centros producción varían tanto en infraestructura como en grado de tecnificación. Por ejemplo, diez centros funcionan con un sistema de sombreadero, mientras que siete son invernadero (Figura 2) y otros siete son sistemas de producción a pleno sol.

Cuadro 2. Superficie destinada a la producción de ornamentales y de orquídeas en las unidades de producción de la región centro de Veracruz.

Superficie cultivada con ornamentales (m ²)	Superficie cultivada de orquídeas (m ²)	Plantas de orquídeas (Núm.)
93,540	18,060	43,090

Se registró que 54% de los productores realizan la propagación vegetativa por medio de hijuelos o división de bulbos,

y sólo 25% utiliza proveedores de reproducción *in vitro*, provenientes del estado de México y Costa Rica, C.A., el resto no definió su respuesta, dado que compran a otros invernaderos e incluso realizan recolecta de algunas orquídeas; esta condición permite comprender que es necesaria la presencia de laboratorios comerciales de propagación *in vitro* en el estado de Veracruz, a fin de abastecer los requerimientos de plántulas de orquídea, sana y pura de las variedades más comerciales, lo cual también promovería la micropropagación de especies de orquídeas silvestres con potencial ornamental.



Figura 1. A: Híbrido del género *Cattleya* Lindl., cultivado en Fortín de las Flores. B: Híbridos del género *Phalaenopsis* H. Witte cultivados en Córdoba, Veracruz.

Tipo de organización y comercialización

El 70% de las unidades de producción comercializa plantas de forma individual, mientras que el 17% se organiza en sociedad y 13% no especificó su estatus. Ocho unidades de producción venden su producto en su localidad (Cuadro 3). Es importante señalar que los centros de producción más grandes venden su producto en otro (s) estado (s) de México; sin embargo, ninguno exporta el producto. La mayoría utiliza un canal de venta directo, dos productores utilizan un



Figura 2. Invernadero para la producción de *Cattleya* Lindl., en Córdoba, Veracruz.

intermediario; además, de otros dos que utilizan ambos canales. Es claro, que los productores no están asociados en una figura legal que los unifique y permita sumar cuota de producción para aumentar el volumen de ventas, así como mejorar el precio de las plantas cultivadas en maceta, flores cortadas y ampliar los destinos de venta incluyendo la exportación. Independientemente que esa condición también les permitiría adquirir insumos a precios más bajos, capacitación e inclusive posibilidades de atraer inversiones que faciliten ampliar las unidades de producción.

Es de interés que los precios de géneros *Cattleya*, *Dendrobium* y *Phalaenopsis* pueden variar entre los US \$ 6-17 en maceta y entre US \$ 2 y 6 en flor, aunque sobrepasa el precio de las plantas del género *Cymbidium* que pueden alcanzar hasta US \$57 debido a que se trata de flores muy vistosas y baja disponibilidad comercial; además de tratarse de plantas grandes adultas de producción abundante de flores. El 63% de los productores comercializa sus orquídeas en maceta, mientras que 17% comercializa la flor y 20% utiliza ambas presentaciones. En lo relacionado a la antigüedad

de los cultivos, sólo dos centros de producción registraron cultivos de 20 y 30 años de edad, ambos centros se encuentran en Coatepec y correspondieron a *Dendrobium*. Los otros centros tienen cultivos de menos de 10 años de antigüedad; esto confirma que la producción de orquídeas en Veracruz es una actividad reciente pero que requiere ser atendida como una actividad estratégica con posibilidades de expansión para ser incluida en los programas del gobierno.

Problemática general del cultivo

El 25% de los productores mencionó no estar conforme sobre su cultivo de orquídeas, ya sea por falta de infraestructura o falta de capacitación, mientras que 75% está conforme con el cultivo de orquídeas y lo definen como un negocio rentable. Un aspecto de interés es que, a pesar de que la incidencia de plagas es menor a 3% en los centros de producción y ningún centro lo reporta como un problema de importancia, el 29% de los productores les gustaría capacitarse en el tema. Los principales organismos plaga identificados por los productores son palomilla (*Trialeurodes vaporariorum*), escama algodonosa (*Pseudococcus* sp.), insectos chupadores, y catarina roja (*Diabrotica* sp.). Así mismo, algunos reportaron presencia de *Botrytis* sp., sintomatología similar a bacteriosis (géneros no definidos, en verano sobre todo) y *Phytophthora* sp., (en otoño), mientras que otros desconocen los agentes causales; sin embargo, en todos los casos mencionan que la incidencia es menor a 3%. El 66 % de los productores, tiene interés en capacitarse en diferentes áreas, 25% se especializaría en comercio, 41% en cultivo *in vitro*, y cultivo de orquídeas en invernadero, y sólo un productor busca aprender el proceso para registrar una UMA de orquídeas. Entre los principales problemas reportados por los productores destacó la infraestructura (siete productores), seguido de la comercialización (cinco productores). Otros problemas importantes en menor grado fueron falta de capacitación e insumos especializados, problemas con el control de temperatura, falta de espacio y no contar con propiedad legal del área de cultivo.

CONCLUSIONES

Se identificaron 24 centros de producción ornamental distribuidos en 11 municipios del estado de Veracruz. De la superficie dedicada al cultivo de ornamentales destinan alrededor del 20% para el cultivo de orquídeas.

Cuadro 3. Destino de comercialización, área de influencia y canal de distribución.

Destino de venta	Productores (Núm.)	Canal de distribución	Productores (Núm.)
Local	8	Directo	12
Estatad	9	Intermediarios	2
Nacional	3	Ambos	4
Exportación	0	Sin especificar	6
Sin especificar	4		

De estos centros la mayoría trabaja a campo abierto y requieren mejorar su infraestructura. Están dispuestos a recibir capacitación en diversas áreas. Todo esto se traduce en un potencial en desarrollo, que además requerirá la organización para estandarizar la calidad y procesos de comercialización.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT por el financiamiento del programa de Apoyos Complementarios para la Consolidación Institucional de Grupos de Investigación (solicitud núm. 232 387). A la Secretaria de Desarrollo Agropecuario Rural y Pesca (SEDARPA) del estado de Veracruz por la información y atención proporcionada.

LITERATURA CITADA

- Cárdenas A. 2009. Guía verde2009.5. Prerensa Digital S.A. de C.V. México, D.F. VII (10) 49-50.
- Chalate-Molina H., San Juan-Hernández R., Diego-Lazcano G., Pérez H.P. 2008. Programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena productiva horticultura ornamental en el estado de Veracruz. Fundación Produce de Veracruz A.C. Colegio de Postgraduados. <http://www.funprover.org/formatos/PLANES%20ESTRATEGICOS/Cadena%20horticultura%20ornamental.pdf>
- Doorman F., Miranda R., De Nie, C., Ooijens J., Ovares R.L., Ramirez A.C., Saenz C., Sancho B.E. 1991. La metodología del diagnóstico en el enfoque "Investigación Adaptativa". Ed. IICA, San José, Costa Rica, 301 p.
- Griesbach R.J. 2002. Development of Phalaenopsis orchids for the mass market. In: Jainick, J., Whipkey A. (Eds.), Trends in New Crops and New Uses. ASHS Press, Alexandria, VA.
- INEGI. 2008. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrgráficas de México. http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf
- Murguía G.J. 2003. Caracterización de factores socioeconómicos del cultivo de anturio (*Anthurium andreanum* Linden) en el estado de Veracruz, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 9:163-177.
- Murguía G.J., Lee E.H., Landeros T.I. 2007. La horticultura ornamental en el estado de Veracruz, México. In: XI Congreso SECH. Actas de Horticultura. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Albacete. Pp: 485-488.
- Murguía G.J., Lee E.H., Leyva O.O.R., Galindo T.M.E., Landero T.I. 2012. Problemática, estado actual y tecnología de producción de orquídeas. Simposio Cultivos Ornamentales en Veracruz. In: XXV Reunión Científica-Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Veracruz y IV del Trópico Mexicano. Noviembre 2012. Huatusco, México. Pp: 9-14.
- Winkelmann T., Geier T., Preil W. 2006. Commercial in vitro plant production in Germany in 1985–2004. Plant Cell Tissue Organ Culture 86:319–327



EVALUACIÓN DE MEZCLAS PARA SUSTRATO Y PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm

EVALUATION OF SUBSTRATE MIXTURES FOR PRODUCTION OF *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm

Heredia-Solís A.¹, Esparza-Ibarra E.L.², Romero-Bautista L.³, Cabral-Arellano F.J.², Echavarría-Chairez F.G.¹ y Bañuelos-Valenzuela R.^{1*}

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UAZ. Carretera Panamericana Zacatecas-Fresnillo Km. 31.5, CP. 98500. ²Unidad Académica de Biología, UAZ. Preparatoria S/N., col. Progreso, Zacatecas, CP 98060. ³Centro de Investigaciones Biológicas, UAEH. Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, Pachuca, Hidalgo, CP. 42184.

***Autor de correspondencia:** apozolero@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluó el bagazo de *Agave salmiana* ssp. *crassispina* y *Agave angustifolia* ssp. *tequilana* var. *azul*, subproducto de la industria del mezcal, en diferentes tratamientos con salvado de trigo, viruta de pino, viruta de nogal, viruta de cedro y paja de avena, usado como sustrato para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*; determinando cual mezcla es la más adecuada para el cultivo del hongo. Se realizó análisis bromatológico a cada tratamiento al inicio del cultivo, determinando las variables de humedad, cenizas, fibra cruda, proteína cruda, lípidos, azúcares reductores totales; así como cuantificación de la eficiencia biológica de *P. ostreatus*. Se analizó estadísticamente mediante la prueba HSD de Tukey, registrando que la mezcla bagazo de *A. angustifolia* ssp. *tequilana* var. *azul* mezclado con 30% de viruta de nogal y 5% de salvado de trigo, obtuvo la eficiencia biológica de 33.24%.

Palabras clave: Hongos comestibles, bagazo de agave, eficiencia biológica.

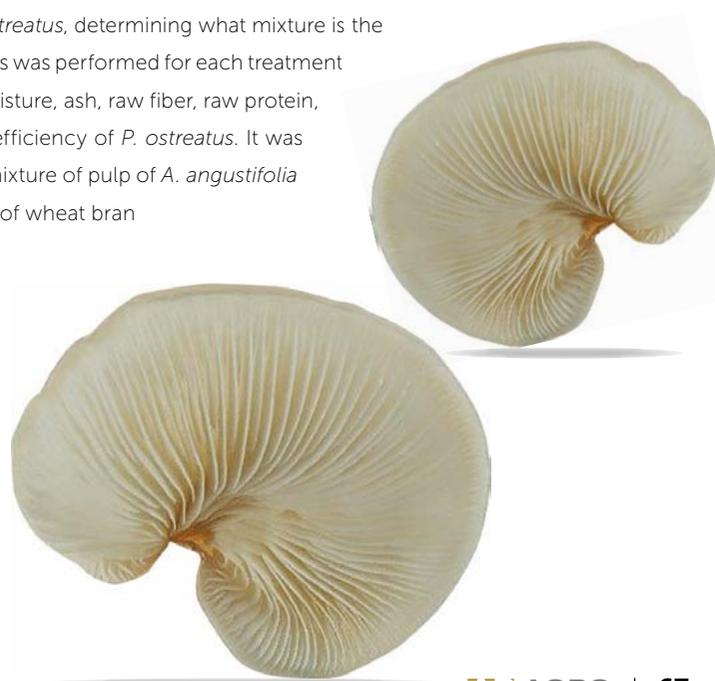
ABSTRACT

The pulp of *Agave salmiana* ssp. *crassispina* and *Agave angustifolia* ssp. *tequilana* var. *azul*, byproduct of the mezcal industry, was evaluated in different treatments with wheat bran, pine shavings, walnut shavings, cedar shavings and oats straw, used as substrate for the cultivation of *Pleurotus ostreatus*, determining what mixture is the most adequate to cultivate the mushroom. A bromatological analysis was performed for each treatment at the beginning of the cultivation, determining the variables of moisture, ash, raw fiber, raw protein, lipids, total reducing sugars, as well as quantifying the biological efficiency of *P. ostreatus*. It was analyzed statistically through the HSD Tukey test, finding that the mixture of pulp of *A. angustifolia* ssp. *tequilana* var. *azul* mixed with 30 % of walnut shavings and 5% of wheat bran obtained a biological efficiency of 33.24 %.

Keywords: Edible mushrooms, agave pulp, biological efficiency.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 6, junio, 2016. pp: 67-72.

Recibido: abril, 2015. **Aceptado:** febrero, 2016.



INTRODUCCIÓN

En general los hongos contienen 90% de agua y 10% de materia seca; y su composición química los hace atractivos desde un punto de vista nutrimental, porque son altos en proteínas, minerales (calcio, fósforo y hierro), carbohidratos y bajos en contenido de lípidos, además de que contienen fibra, lo que los hace muy digestibles (Akyuz y Kirbag, 2009; Sánchez, 2010; Wang *et al.*, 2001; Hui-Bao *et al.*, 2012). Especies de *Pleurotus* spp., han sido utilizadas por diversas culturas en el mundo (Chang y Miles, 2004), ya que además son relativamente fáciles de cultivar y rápida adaptación, son cosechadas en todo el mundo y su producción se ha incrementado rápidamente en los últimos años (Chang y Miles, 2004). Actualmente, el género ocupa el tercer lugar de los hongos cultivados a nivel mundial, después de *Agaricus* y *Lentinula* (Gaitán-Hernández *et al.*, 2009). Gran variedad de productos agrícolas han sido utilizados como sustratos para el cultivo de hongos ostra. La bioconversión de los residuos lignocelulósicos a través de la producción de *Pleurotus* spp., ofrece la oportunidad de utilizar los recursos renovables en la generación de alimentos ricos en proteínas (Akyuz y Kirbag, 2009). Una amplia gama de desechos agrícolas como paja de arroz, de trigo, de soya, bagazos, tallos de maíz, residuos de algodón, tallos y hojas de plátano, aserrín, entre otros, que son ricos en lignina y celulosa, pueden ser utilizados para la producción de *Pleurotus* spp. (Akyuz y Kirbag, 2009; Chang y Miles, 2004; Sánchez, 2010). Ya que además estos residuos agroindustriales, proveen las fuentes de carbono, nitrógeno, azufre y fósforo necesarias para el desarrollo adecuado de la biomasa fúngica (Madigan *et al.*, 1997). Por lo anterior se evaluaron mezclas de bagazo de *Agave salmiana* y *Agave angustifolia*, subproducto de la industria del mezcal, en diferentes tratamientos con salvado de trigo, viruta de pino, viruta de nogal, viruta de cedro y paja de avena, para el cultivo de *P. ostreatus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un diseño de tratamientos (Cuadro 1) para combinar diferentes materias primas y con ello permitir el crecimiento óptimo del hongo, además de determinar el tratamiento que generara mayores rendimientos en el cultivo de este hongo. Se utilizó semilla de sorgo para generar el inóculo de la cepa de *P. ostreatus*, que se caracteriza por formar el desarrollo masivo del micelio.

El bagazo de *A. salmiana* y *A. angustifolia* (subproducto lignocelulósico) fue obtenido de las fabricas productoras de mezcal del estado de Zacatecas,

México, posteriormente se le agrego diferentes suplementos (viruta de nogal, viruta de pino, viruta de cedro, paja de avena y salvado de trigo). Los sustratos fueron esterilizados durante 20 minutos en autoclave y después fueron inoculados con *P. ostreatus*. Posteriormente se incubaron a 27 °C por 50 días en fase oscura, una vez formados los primordios se les disminuyó la temperatura a 25 °C, además se expusieron a luz tenue (fase luminosa) con humedad en el sustrato de 60% a 65%, según la técnica descrita por Guzmán *et al.* (2008). Cada tratamiento se realizó por triplicado, dando un total de 36 unidades experimentales, las cuales además se sometieron a un análisis bromatológico al inicio del cultivo. Se determinó humedad, lípidos, cenizas, proteínas y fibra, de acuerdo a las metodologías establecidas por la AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 1990). Por otra parte se obtuvo el porcentaje de azúcares reductores totales en ambos bagazos, empleando el método del DNS (Miller, 1959). Una vez que se produjeron los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus*, fueron pesados para determinar la eficien-

Cuadro 1. Diseño de tratamientos para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Tratamiento	Combinación de las mezclas para sustrato					
	Bagazo	%	Suplemento	%	Suplemento	%
S1	<i>Agave salmiana</i>	100	-	-	-	-
S2	<i>A. salmiana</i>	85	-	-	Salvado de trigo	15
S3	<i>A. salmiana</i>	65	Viruta de pino	30	Salvado de trigo	5
S4	<i>A. salmiana</i>	65	Viruta de cedro	30	Salvado de trigo	5
S5	<i>A. salmiana</i>	65	Viruta de nogal	30	Salvado de trigo	5
S6	<i>A. salmiana</i>	65	Paja de avena	30	Salvado de trigo	5
A1	<i>A. angustifolia</i>	100	-	-	-	-
A2	<i>A. angustifolia</i>	85	-	-	Salvado de trigo	15
A3	<i>A. angustifolia</i>	65	Viruta de pino	30	Salvado de trigo	5
A4	<i>A. angustifolia</i>	65	Viruta de cedro	30	Salvado de trigo	5
A5	<i>A. angustifolia</i>	65	Viruta de nogal	30	Salvado de trigo	5
A6	<i>A. angustifolia</i>	65	Paja de avena	30	Salvado de trigo	5

cia biológica (EB), que se expresa como el peso fresco de los hongos (cuerpo fructífero), dividido entre el peso seco del sustrato y multiplicado por cien. Los datos obtenidos se analizaron con un diseño bifactorial y mediante la prueba HSD de Tukey con valor de $\alpha=0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis bromatológico de las mezclas de bagazo de agave con los distintos suplementos, proporciono información sobre el contenido de biomoléculas que dispone el hongo para sus distintas formas metabólicas. Los Cuadros 2 y 3 muestran los sustratos que contenían bagazo de *A. salmiana* y *A. angustifolia*, respectivamente. Un valor de humedad en el sustrato de entre 65% y 70% y humedad relativa alta; son uno de los criterios importantes para el desarrollo óptimo del hongo *P. ostreatus* (Guzmán *et al.*, 2008). Los tratamientos utilizados en el cultivo de *P. ostreatus* presentaron valores de humedad entre 7.3 - 8.4% (Cuadro 2 y 3).

Mediante la prueba HSD de tukey, comparando únicamente los bagazos de *A. salmiana* y *A. angustifolia*, presentaron diferencia significativa. Al analizar los suplementos mediante la misma prueba, se generaron tres grupos significativamente diferentes; a) al utilizar salvado de trigo al 15% y viruta de cedro en 30% con bagazo de agave se retiene mayor humedad, b) si se mezcla viruta de pino con bagazo de agave así como viruta de

nogal con bagazo agave, se registra humedad intermedia y c) al mezclar paja de avena en 30% con bagazo de agave la retención de humedad es baja. Es importante conocer las concentraciones de metales en el sustrato ya que juegan un rol importante en la regulación de la actividad enzimática extracelular, procesos que son de suma importancia para la adquisición de carbono y de energía por el micelio de los hongos; siendo un factor importante que afecta el proceso de biodegradación del sustrato (Petr *et al.*, 2005).

En tratamientos con bagazo de *A. salmiana* se registraron valores de cenizas de 3.32% a 6.03% (Cuadro 2 y Figura 1), mientras que con bagazo de *A. angustifolia* los contenidos de ceniza fueron de 4.27% a 7.13% (Cuadro 3 y Figura 1). El análisis estadístico determinó que ambos bagazos presentan diferencias significativas. Al analizar los suplementos y sustratos con la misma prueba, se generaron dos grupos; al utilizar bagazo con salvado al 15%, bagazo con nogal al 30% y bagazo con paja de avena al 30%, se maximiza el valor de cenizas. El otro grupo comprende sustratos con bagazo y viruta de cedro y bagazo con viruta de pino, y el contenido de cenizas se minimiza.

El nitrógeno es esencial para la síntesis de proteínas, purinas, pirimidinas y algunas vitaminas, además de ser un componente de la quitina (que es un polisacárido

Cuadro 2. Análisis bromatológico de mezclas con bagazo de *Agave salmiana* utilizadas como sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

VARIABLES	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Humedad (%)	7.30 ± 0.68	8.39 ± 0.32	7.74 ± 0.35	8.18 ± 0.30	7.63 ± 0.38	7.38 ± 0.46
Cenizas* (%)	5.33 ± 0.03	5.18 ± 0.03	3.32 ± 0.00	3.59 ± 0.40	6.03 ± 0.49	4.98 ± 0.04
Proteínas* (%)	2.01 ± 0.18	3.38 ± 0.01	1.08 ± 0.30	1.49 ± 0.18	1.46 ± 0.22	1.85 ± 0.23
Fibra* (%)	31.34 ± 2.06	34.04 ± 0.39	46.40 ± 0.00	46.47 ± 0.07	47.05 ± 0.64	34.45 ± 0.60
Lípidos* (%)	1.20 ± 0.05	1.34 ± 0.09	1.32 ± 0.17	1.23 ± 0.08	1.21 ± 0.14	1.15 ± 0.14
Azúcares Reductores* (%)	52.60 ± 1.08	51.92 ± 0.32	43.82 ± 1.25	41.27 ± 1.56	39.41 ± 0.22	48.73 ± 1.25

Media y desviación estándar; * Porcentaje sobre base seca.

Cuadro 3. Análisis bromatológico de mezclas con bagazo de *Agave angustifolia* utilizadas como sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

VARIABLES	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Humedad (%)	7.90 ± 0.35	8.40 ± 0.49	7.75 ± 0.16	8.18 ± 0.07	7.63 ± 0.03	7.38 ± 0.11
Cenizas* (%)	6.33 ± 0.08	6.99 ± 1.07	4.43 ± 0.22	4.27 ± 0.06	7.13 ± 0.61	6.34 ± 0.17
Proteínas* (%)	1.75 ± 0.42	4.18 ± 0.09	1.32 ± 0.02	1.50 ± 0.28	1.73 ± 0.41	1.87 ± 0.50
Fibra* (%)	53.55 ± 0.09	47.97 ± 1.40	58.11 ± 1.45	58.99 ± 0.56	57.25 ± 1.41	46.80 ± 1.91
Lípidos* (%)	0.47 ± 0.15	0.77 ± 0.07	0.60 ± 0.01	0.69 ± 0.03	0.69 ± 0.08	0.77 ± 0.02
Azúcares reductores* (%)	5.16 ± 1.08	4.54 ± 0.08	4.48 ± 0.16	4.97 ± 0.04	5.93 ± 0.09	4.98 ± 0.02

Media y desviación estándar; * Porcentaje sobre base seca.

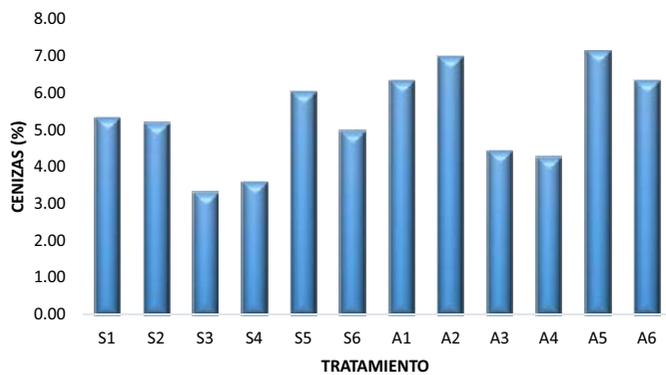


Figura 1. Porcentaje de cenizas en diferentes mezclas con bagazo de agaves.

encontrado en las paredes celulares de la mayoría de los hongos), las principales fuentes de nitrógeno se obtienen de la degradación de los aminoácidos, peptona, caseína, urea, o por medio de sulfatos y nitratos de amonio, sodio, potasio y calcio, pero no todos son adecuadas para todas las especies (Guzmán *et al.*, 2008; Chang y Miles, 2004). Los dos tratamientos que sobresalen en el contenido de

gazo, c) donde se minimiza el contenido de proteínas con formulación de viruta de pino al 30% y bagazo.

Los tratamientos que tuvieron como compuesto mayoritario bagazo de *A. salmiana* registraron niveles más altos de lípidos (0.47% a 0.77%) en comparación con tratamientos que tuvieron bagazo de *A. angustifolia* (1.15% a 1.34%) (Figura 2 B, Cuadro 2 y 3); esta diferencia entre los bagazos es debido a condiciones ambientales donde crecen, ya que *A. salmiana* presenta mayor concentración de lípidos, debido a que se desarrolla en regiones donde las precipitaciones son menores (450 mm) y hay altas temperaturas (en ocasiones exceden 55°C) (Iñiguez-Covarrubias *et al.*, 2000), además soporta heladas de hasta -14 °C, y sequías prolongadas (Gómez-Hinostrosa y Hernández, 2000); motivo por el cual su metabolismo se ve inducido a sintetizar mayor cantidad de lípidos para tolerar las condiciones de estrés.

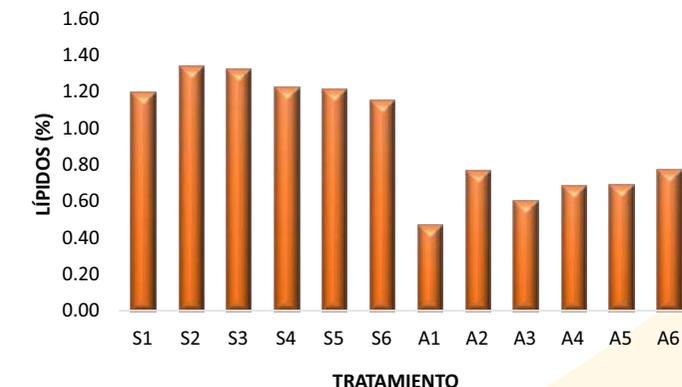
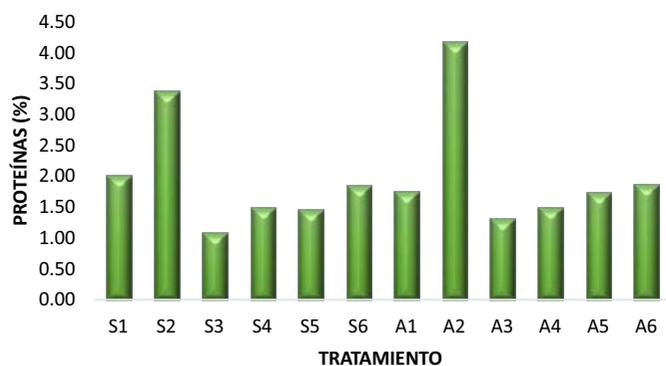


Figura 2. A: Contenido de proteínas en diferentes mezclas con bagazo de agave. B: Contenido de lípidos en diferentes mezclas con bagazo de agave.

proteínas, son los que contienen en su formulación 30% de salvado de trigo (Figura 2A), ya que individualmente contienen 18.6% de proteína (Vargas-González, 2000); mezclado con bagazo de *A. salmiana* obtiene un contenido de 3.38% de proteínas (Cuadro 2) y mezclado con bagazo de *A. angustifolia* alcanzo un total de 4.18% (Cuadro 3), sin presentar diferencias estadísticas en cuanto al contenido de proteínas, por el contrario, el suplemento registró diferencias significativas formando tres grupos: a) utilizando salvado de trigo en 30% con bagazo donde el valor de proteína es el más elevado, b) formado por los que contienen 30% paja de avena con bagazo y al utilizar únicamente ba-

Referente al contenido de fibra los valores se elevaron en los tratamientos donde se les agrego como suplemento virutas de cedro, viruta de pino y viruta nogal (Cuadro 2 y 3), debido a que estos compuestos individualmente presentan valores muy elevados de fibra (entre 68% y 78%). Analizando estadísticamente los valores de fibra para los diversos tratamientos mediante la prueba HSD de Tukey, los bagazos de *A. salmiana* y *A. angustifolia* presentan diferencias significativas, mientras que los suplementos formaron dos grupos de acuerdo al contenido de fibra; el sustrato contiene un mayor contenido de fibra al utilizar como suplemento viruta de nogal, pino y cedro, mientras que el contenido de fibra se minimiza en el sustrato si se utiliza bagazo mezclado con salvado de trigo a un 15% y con paja de avena a 30% o únicamente bagazo. Al determinar el porcentaje de azúcares reductores (ARTs), los tratamientos con bagazo de *A. salmiana* presentan concentraciones elevadas de estos carbohidratos (39.41% a 52.6%) y en los de *A. angustifolia* registraron valores inferiores cercanos a 5% (Cuadro 2

y 3); ello debido a que es poco eficiente la extracción de los azúcares en el proceso de la molienda, en empresas de mezcal que utilizan el *A. salmiana* (García-Herrera et al., 2010), por lo que en los sustratos que contienen este bagazo (*A. salmiana*), el hongo dispone de mayor cantidad de carbohidratos en forma libre y no formando parte de la estructura de los polímeros de fibra. Estadísticamente los bagazos presentan diferencia significativa, en el contenido de ARTs, si el objetivo es maximizar estos carbohidratos es recomendable utilizar el de *A. salmiana*; por el contrario si es mejor un sustrato con menor cantidad de ARTs entonces es recomendable el de *A. angustifolia*. Mientras que al analizar los suplementos con la prueba de Tukey, se generan tres grupos; para maximizar los ARTs se recomienda utilizar únicamente bagazo o combinado con salvado de trigo al 30%, valores intermedios de ARTs se presentan si se utiliza bagazo de agave con paja de avena y para disminuir estos valores el sustrato debe contener bagazo mezclado con viruta ya sea de nogal, pino o cedro.

De acuerdo a los datos obtenidos la EB producida en general fue más alta en los sustratos que contienen bagazo de *A. angustifolia* y el sustrato que obtuvo el mayor rendimiento fue el que contenía bagazo de *A. angustifolia* mezclado con viruta de nogal y salvado de trigo, con un valor de 33.24% (Cuadro 4, Figura 3). Estadísticamente se obtuvo una diferencia significativa entre bagazos, siendo *A. angustifolia* el que eleva la EB; mientras que los suplementos, estadísticamente fue diferente la mezcla de bagazo con viruta de pino y con viruta de nogal se maximiza la EB, y si el sustrato es únicamente bagazo la EB disminuye. La eficiencia biológica (EB) depende básicamente de la composición del sustrato, y valores similares a los registrados con estos sustratos a base de bagazo de agaves fueron obtenidos por Obodai et al. (2003), utilizando hojas de plátano

como sustrato (37.15%) y rastrojo de maíz (29.26%). La literatura reporta que *P. ostreatus* puede llevar a obtener una EB de 160%, utilizando como sustrato pulpa de café (Koutrotsios et al., 2014; Obodai et al., 2003; Mora y Martínez, 2007; Shah et al., 2004).

Son diversos los criterios a tomar en cuenta para evaluar que sustrato es mejor para el cultivo del hongo comestible *P. ostreatus*, pero un punto importante a tomar en cuenta al seleccionar el sustrato a gran escala es determinado por la abundancia y el costo de este sustrato (Obodai et al., 2003), de acuerdo a este criterio el bagazo que se genera como residuo en la industria de diversas bebidas destiladas, está ampliamente disponible.

De acuerdo al análisis de los diversos tratamientos como sustrato para el cultivo de *P. ostreatus* y teniendo en consideración que los mayores valores de EB se presentaron en tratamientos que contienen bagazo de *A. angustifolia* mezclado con 30% de viruta de nogal y 5% de salvado de trigo, seguido por una mezcla de *A. angustifolia* con 30% de viruta de cedro y 5% de salvado de trigo, se deduce que el hongo favorece su

reproducción en sustratos con limitación nutricional, con ello aumenta la producción de cuerpos fructíferos del hongo. No así los tratamientos que contienen un sustrato nutricionalmente más disponible, en ellos se incrementa en mayor proporción la parte vegetativa del hongo y no así su reproducción indicando que el crecimiento micelial y el rendimiento de hongos tiene diferentes requerimientos. Además el sustrato es muy susceptible a secarse, el cual afecta la formación de esporas, dada la naturaleza del aserrín o viruta a contener la humedad, en los tratamientos que utilizan estos suplementos se favorece el aumento de la EB (Obodai et al., 2003). En el estado de Zacatecas hay dos re-

Cuadro 4. Eficiencia Biológica de *P. ostreatus* en diversos sustratos.

Tratamiento	Eficiencia biológica (%)	Tratamiento	Eficiencia biológica (%)
S1	15.49 ± 1.45	A1	10.10 ± 1.73
S2	18.86 ± 1.72	A2	17.66 ± 3.49
S3	17.96 ± 3.34	A3	28.52 ± 3.70
S4	11.90 ± 2.02	A4	25.28 ± 8.30
S5	11.04 ± 2.06	A5	33.24 ± 3.26
S6	14.24 ± 3.57	A6	20.95 ± 4.10

Media y desviación estándar.

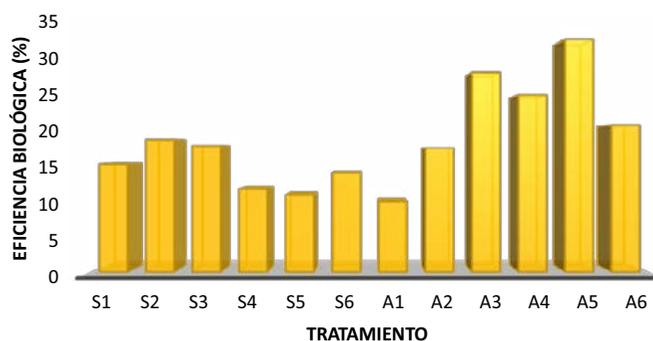


Figura 3. Eficiencia biológica producida por *Pleurotus ostreatus*.

giones donde se produce mezcal a partir de agaves, una que utiliza *A. salmiana* ssp. *crassispina* y otra *A. angustifolia* ssp. *tequilana* var. *azul*. En ambas regiones se genera como subproducto de la molienda, grandes cantidades de bagazo, el cual se acumula en el ambiente y se degrada lentamente, pero sobre todo no se le da un uso que genere beneficios (Heredia-Solís et al., 2014); por ello el interés se centra en utilizarlo como sustrato para la producción del hongo comestible *P. ostreatus*, mezclado con los distintos suplementos (Figura 4).

CONCLUSIONES

La mayor EB obtenida fue de 33.24% en el sustrato con una formulación de bagazo de *A. angustifolia* mezclado con 30% de viruta de nogal y 5% de salvado de trigo. De acuerdo a los análisis de los tratamientos utilizados en el cultivo de *P. ostreatus*, la EB aumenta cuando el sustrato se encuentra limitado nutrimentalmente (menor contenido de proteínas, lípidos y azúcares reductores, únicamente con un incremento de minerales y fibra), ya que con ello el hongo *P. ostreatus* induce su reproducción, aumentando por consiguiente la cantidad de cuerpos fructíferos.

LITERATURA CITADA

Akyuz M., Kirbag S. 2009. Nutritive value of *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) quel. var. *eryngii* grown on various agro-wastes. The philippine agricultural scientist 92: 327-331.

Chang S.T., Miles P.G. 2004. Mushrooms cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. Second edition. Boca raton London New York. Washington, D.C.

Gaitán-Hernández R., Solomons D., Perez-Merlo R., Mata G., 2009. Evaluación de la eficiencia biológica de cepas de *Pleurotus pulmonarius* en paja de cebada fermentada. Revista Mexicana de Micología 30: 63-71.



Figura 4. Cuerpos fructíferos de *Pleurotus ostreatus*.

- García-Herrera E, Méndez-Gallegos S, Talavera-Magaña D. 2010. El género *Agave* spp. en México: principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. Revista Salud Pública y Nutrición 5: 109-129.
- Gómez-Hinostrosa C., Hernández H., 2000. Diversity, geographical distributions, and conservation of cactaceae in the Mier y Noriega region, México. Biodiversity and conservation 9(3): 403-418.
- Guzmán G., Mata G., Salmenes D., Soto-Velazco C., Guzmán-Dávalos L. 2008. El cultivo de los hongos comestibles con especial atención a las especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agroindustriales. Instituto Politécnico Nacional. México, D. F.
- Heredia-Solís A., Esparza-Ibarra E., Romero-Bautista L., Cabral-Arellano F., Bañuelos-Valenzuela R. 2014. Bagazos de *Agave salmiana* y *Agave weberi* utilizados como sustrato para producir *Pleurotus ostreatus*. Revista Iberoamericana de Ciencias 1(5): 103-110.
- Hui-Bao H., Tarbasa M., Mun Chae H., Gyan You S. 2012. Molecular properties of water-unextractable proteoglycans from *hypsizygus marmoreus* and their in vitro immunomodulatory activities. Molecules 17: 207-226.
- Iñiguez-Covarrubias G., Lange S.E., Rowell R.M. 2000. Utilization of byproducts from the tequila industry: part 1: agave bagasse as a raw material for animal feeding and fiberboard production. Bioresource Technology 77: 25-32.
- Koutrotsios G., Mountzouris K.C., Chatzipavlidis I., Zervakis G.I. 2014. Bioconversion of lignocellulosic residues by *Agrocybe cylindracea* and *Pleurotus ostreatus* mushroom fungi – Assessment of their effect on the final product and spent substrate properties. Food Chemistry 161: 127-135.
- Madigan M.T., Martinko J.M., Parker J. 1997. Brock Biology of microorganisms. 8 edición. Editorial Prentice Hall. New Jersey, U.S.A. p 986.
- Miller G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Analytical Chemistry 31: 421-426.
- Mora V.M., Martínez-Carrera D. 2007. Investigaciones básicas, aplicadas y socioeconómicas sobre el cultivo de setas (*Pleurotus*) en México. Capítulo 1.1, pp. 17. In: El cultivo de setas *Pleurotus* spp. en México. ECOSUR-CONACYT, México, D.F.
- Obodai M., Cleland-Okine J., Vowotor K.A. 2003. Comparative study on the growth and yield of *Pleurotus ostreatus* mushroom on different lignocellulosic by-products. J Ind Microbiol Biotechnol 30:146-149.
- Petr B., Vendula V., Jiri G. 2005. Degradation of lignocellulose by *Pleurotus ostreatus* in the presence of copper, manganese, lead and zinc. Research in Microbiology 156: 670-676.
- Sánchez C. 2010. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. Appl Microbiol Biotechnol 85:1321-1337.
- Shah Z.A., Ashraf M., Ishtiaq M. 2004. Comparative study on cultivation and yield performance of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates (wheat straw, leaves, saw dust). Pakistan Journal of Nutrition 3: 158-160.
- Vargas-González E. 2000. Composición de los subproductos el trigo utilizados en la alimentación de animal en costa rica. Nutrición animal tropical 6: 23-38.
- Wang D., Sakoda A., Suzuki M. 2001. Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain. Bioresource Technology 78: 293-300.

INNOVACIÓN Y RENTABILIDAD EN LA PRODUCCION DE ROSA (*Rosa hybrida* L.) DE CORTE EN INVERNADERO

INNOVATION AND PROFITABILITY IN THE PRODUCTION OF GREENHOUSE ROSES FOR CUTTING

Sánchez-Hernández, S.¹, Jaramillo-Villanueva, J.L.^{1*}; Huerta-de la Peña, A.¹; Mora-Flores, S.²; López-Cuevas, S.¹; García-Albarado, C.³

¹Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla, Carretera Federal México-Puebla, km. 125.5, Colonia La Libertad, C.P. 72760. ²Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. ³Colegio de Postgraduados *Campus* Córdoba, km 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz.

*Autor de correspondencia: jaramillo@colpos.mx

RESUMEN

La rosa (*Rosa hybrida*) de corte bajo invernadero es la especie ornamental económicamente más importante en el estado de Puebla, México. El objetivo de esta investigación fue estimar la rentabilidad económica de la producción de rosa de corte y determinar los factores que explican la ganancia económica con énfasis en la relación: rentabilidad, innovación tecnológica y tamaño del invernadero. Se aplicó una encuesta a productores usando un muestreo aleatorio simple. El tamaño de muestra fue n=88 unidades de producción, con confiabilidad de 95% y precisión de 7.5%. Para la medición de la rentabilidad de la producción se utilizaron los indicadores: Relación Beneficio-Costo y Ganancia Económica. Se determinó que la producción de rosa tiene Relación beneficio/costo de 2.5. Existe una relación positiva y significativa ($p \leq 0.05$) entre rentabilidad y uso de Innovaciones, así como entre rentabilidad y tamaño del Invernadero. Los productores con valores altos en inversión en innovación obtienen mayor ganancia (40%) en comparación con los que tienen bajos niveles de inversión.

Palabras Clave: Ganancia económica, innovación, beneficio-costo,

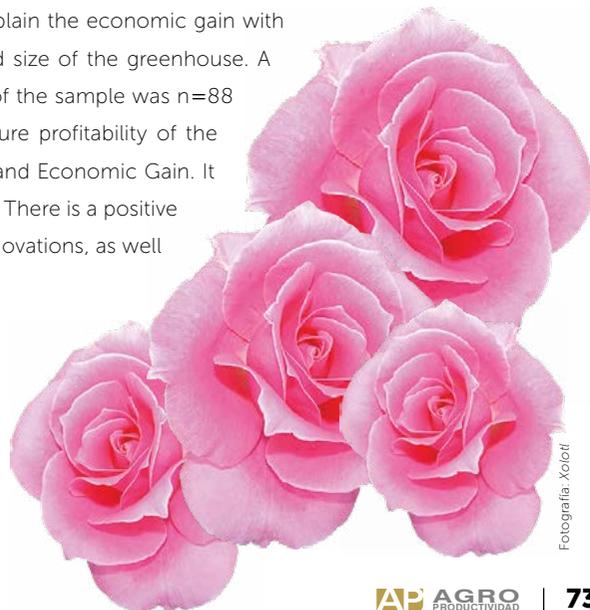
ABSTRACT

Rose (*Rosa hybrida*) for cutting, grown under greenhouse conditions, is the ornamental species of greatest economic importance in the state of Puebla, México. The objective of this study was to estimate the economic profitability of the production of rose for cutting, and to determine the factors that explain the economic gain with an emphasis in the relationship: profitability, technological innovation, and size of the greenhouse. A survey was applied to producers using simple random sampling. The size of the sample was n=88 production units, with reliability of 95 % and precision of 7.5 %. To measure profitability of the production, the following indicators were used: Benefit-Cost Relationship and Economic Gain. It was determined that rose production has a Benefit-Cost Relationship of 2.5. There is a positive and significant ($p \leq 0.05$) relationship between profitability and the use of innovations, as well as between profitability and size of the greenhouse. The producers with high values in investment for innovation obtain higher gain (40 %), in comparison to those that have low levels of investment.

Keywords: economic gain, innovation, benefit-cost.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 6, junio, 2016. pp: 73-79.

Recibido: marzo, 2015. **Aceptado:** mayo, 2016.



Fotografía: Xolotl

INTRODUCCIÓN

Los cultivos ornamentales son considerados bienes suntuarios y su consumo está determinado por el precio, variables sociodemográficas y culturales como el nivel de ingresos, gustos y preferencias de los consumidores (Palma y Ward, 2010). Particularmente, la producción de flores de corte ha presentado un crecimiento importante en los últimos años a nivel mundial, teniendo como principales países productores y exportadores en América Latina a Colombia, Ecuador, Costa Rica y México (Beltrán, 2007), que a su vez abastecen la creciente demanda de los países europeos. La producción de ornamentales en México ocupa una superficie de 2.5 millones de ha, equivalente a 11.42% de la superficie sembrada nacional y su valor de producción es de \$23,801 millones (SIAP, 2013). En México, un producto importante por su valor de producción y superficie sembrada, es la rosa de corte, de la que se cultivaron 1460.3 ha, con valor en 2013 de 1467.6 millones de pesos, y los estados más importantes en su producción son Estado de México, Morelos y Puebla con 683, 397.6 y 223 ha sembradas respectivamente (89.2% de la superficie sembrada nacional). En Puebla, México los municipios de Atlixco, Huauchinango, Texmelucan, Chiautzingo, Tianguismanalco, Venustiano Carranza, Xicoteppec y Zihuateutla generan 80% de la producción (Gobierno del Estado de Puebla, 2005).

La capacidad innovadora de un país (innovación productiva, organizacional e institucional), es un factor clave en la determinación de la rentabilidad de las actividades (Morrisson *et al.*, 2000). La innovación es un proceso que se asocia con un mejor desempeño de la produc-

ción, en términos de mayor producto, disminución de costos, y mayor rentabilidad, dados los precios de mercado de insumos y productos (Sunding y Zilberman, 2000). En el caso del sector agropecuario se relaciona con los conocimientos y tecnologías que se generan en la producción, procesamiento y comercialización, que permiten producir más mejorando la calidad, incursionar en los mercados y generar ganancias (Pomareda y Hartwich, 2006). Las innovaciones en la agricultura pueden clasificarse en la que aumentan los rendimientos de cultivos o especies ganaderas, por ejemplo la semilla mejorada, y sistemas de riego, reducción de costos, como cosechadoras, sembradoras, entre otras y las que mejoran la calidad de los productos, como nuevas variedades de cultivos con mejores características de sabor, color, nutrición, vida de anaquel, entre otras (Feder *et al.*, 1995).

En este estudio, consideraremos que una unidad de producción de rosa de corte en invernadero es innovadora cuando su inversión en innovación muestra una tasa de crecimiento por arriba del promedio de la industria y es tomadora de riesgos, en términos de utilizar equipos y procesos más eficientes. En la literatura se establece que existe vinculación entre innovación y desempeño productivo, generalmente a través de reducir costos y aumentar rendimientos unitarios, que en forma conjunta, pueden mejorar la ganancia de la unidad de producción (Lööf y Heshmati, 2002). En Puebla, los municipios de San Lorenzo Chiautzingo y San Salvador el Verde son los más importantes en producción de rosa, sin embargo, a pesar de los beneficios económicos que genera esta actividad,

el reciente crecimiento de nuevos invernaderos, genera sobreoferta, lo que provoca baja en el precio en ciertas épocas del año. A este respecto, no se cuenta con el registro de pérdida por sobreoferta, debido a falta de bitácoras contables (costos e ingresos). Por lo anterior, en el presente estudio se estimó la rentabilidad de las unidades de producción, aproximada por la ganancia económica, y con ello determinar las variables que expliquen si el uso de innovaciones y el tamaño del invernadero son determinantes en la ganancia económica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en San Lorenzo Chiautzingo y San Salvador el Verde, en la Región Ixta-Popo, Puebla, México; el primero se localiza en la parte centro Oeste del estado de Puebla (2300 m y 3400 m), precipitación de 900 mm a 1300 mm anuales, clima Templado Subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2013), y San Salvador el Verde, se localiza en la parte centro Oeste a 2400 m de altitud, precipitación pluvial de 1000 mm anuales y clima Templado Subhúmedo con lluvias en verano y clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2013). Para la recolecta de datos primarios se empleó un muestreo por varianza máxima, el tamaño de la población se obtuvo tomando en cuenta el número de productores registrados por los regidores de agricultura de ambos municipios, quienes reportaron la existencia de 256 productores de rosa de corte bajo condiciones de invernadero. El número aproximado de productores e invernaderos a nivel localidad se obtuvo a partir de informantes clave. El tamaño de muestra se estimó considerando una confiabilidad del 95% y una precisión del 7.5%.

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 (.25)}{Nd^2 + Z_{\alpha/2}^2 (.25)} = 77$$

Dónde: N es el tamaño de la población (256 productos); d =precisión (0.075); Z es el nivel de confiabilidad (Valor de $Z=1.96$).

Como principal instrumento para la obtención de datos se empleó un cuestionario integrado por nueve secciones que incluyeron variables sociodemográficas, descripción de la unidad de producción, costos, acción colectiva y redes, financiamiento y apoyos institucionales, análisis de riesgo de salud, asistencia técnica, capacitación e innovación, infraestructura para poscosecha, agregación de valor y comercialización. La aplicación de la encuesta, consistió en 88 cuestionarios útiles aplicados de marzo a julio de 2013. El análisis estadístico se realizó en tres etapas; la primera fue la construcción de los conceptos de costos; Costo Total (CT), Costo Fijo (CF), Costo Variable (CV), y Costo de Operación; Producción Física; Ingreso Bruto; Inversión en Innovación; Productividad de la Mano de Obra; y el concepto de Rentabilidad, representada esta última por la Ganancia Económica y por la relación Beneficio-Costo. También se elaboraron variables clasificatorias, relacionadas con el desempeño productivo de la unidad de producción, tales como Tamaño del Invernadero y Uso de Innovaciones. La segunda etapa consistió en la identificación de relaciones estadísticas entre variables de desempeño productivo (Costo de Operación, Ingreso Bruto, Ganancia Económica, Costo de Mano de Obra, Inversión en Innovación, y Producción) y Uso de Innovaciones y Tamaño del Invernadero, mediante una prueba de diferencia de la media y ANOVA (SPSS y STATA), y la tercera etapa se especificó y estimó un modelo de regresión múltiple para explicar la dirección y el grado del efecto de posibles variables explicativas sobre la Ganancia Económica. Para la estimación de ganancia económica, conceptualmente se siguió el proceso de optimización: La producción (y) se representó como un vector de insumos (x), de la siguiente forma:

$$y = f(x)$$

y asumiendo una función de ganancia continua, se puede derivar un conjunto de condiciones que describen la selección óptima de insumos que maximizan la ganancia de la unidad de producción. La expresión de la ganancia fue la siguiente:

$$\pi = pf(x) - wx$$

Donde π representó la ganancia, p es el precio del producto, y w un vector de precio de los insumos. Siguiendo a Beattie *et al.* (2009) los costos, ingresos y ganancia se definen de la siguiente forma:

Costo Total: es el gasto en que se incurre para organizar y llevar a cabo todo el proceso productivo; estos incluyen la cantidad de dinero necesaria para gastar en inversiones iniciales, insumos y servicios usados en la producción. **Costo**

Fijo Total: costos que permanecen constantes durante el proceso de producción, y no dependen de la cantidad de producción que se obtenga. A estos corresponde la inversión en innovación. **Costo**

Variable Total: son costos que dependen del nivel de producto deseado. La cantidad de trabajo e insumos empleados son una función de la producción obtenida. **Ingreso Total:** el producto del precio de mercado por la

cantidad vendida. El ingreso total utilizó el precio de mercado promedio reportado por los productores. La diferencia entre Ingreso Total y Costo Total genera la Ganancia Económica. Para relacionar el desempeño económico – productivo de las unidades de producción con la actividad innovadora se construyó, para cada unidad de producción, la variable “**Uso de Innovaciones**”, la cual se calculó a partir del promedio aritmético de las variables: Tipo de invernadero (0=manufactura propia, estructura de madera y acero; 1=Manufactura de empresa especializado), tipo de sistema de riego (1=Goteo y/o fertirrigación; 0=Rodado y/o aspersión), existencia de nave de empaque y almacenamiento (0=No existe; 1=Si existe), recibe asistencia técnica (0=No recibe; 1=Si recibe), y toma de riesgo (0=No toma riesgos; 1=Si toma riesgos). Esta última se integró



a partir de tres reactivos; toma de riesgo en el proceso de producción, en la poscosecha y en la comercialización. La explicación de la rentabilidad, se intentó con la especificación y estimación de un modelo de regresión múltiple, que explica la ganancia económica de la siguiente forma:

$$\pi = \beta_0 + \beta_1 Inova + \beta_2 Exp + \beta_3 Inicio + \beta_4 Sup + \beta_5 Escol + \beta_6 AT + \beta_7 Cred + \varepsilon$$

Dónde: π es la ganancia económica, los parámetros $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ son fijos y desconocidos, y ε es el termino de error aleatorio. El coeficiente β_j mide el efecto parcial de cada regresor o variable independiente (xi), manteniendo los otros regresores fijos. En consecuencia, el coeficiente β_j mide el cambio en π cuando x_j aumenta en una unidad, manteniendo fijos los regresores. Para robustez de los resultados, el modelo debe cumplir con los siguientes supuestos: El termino de error aleatorio (ε), se distribuye normalmente; la media de termino aleatorio es cero: $E(\varepsilon_j) = 0$; las perturbaciones tienen una varianza constante; $Var(\varepsilon) = \sigma^2$; y las perturbaciones con diferentes sub-índices no están correlacionadas entre si (autocorrelación): $E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0$, para $i \neq j$.

RESULTADOS Y DISCUSION

La producción de rosa de corte en los municipios de San Lorenzo Chiautzingo y San Salvador el Verde comenzó desde los años sesentas, su cultivo se llevó a cabo durante al menos tres décadas a campo abierto usando riego por gravedad. La calidad de la rosa obtenida bajo este sistema de producción era baja con tallos de entre 15-20 cm, con daños en hojas y pétalos. En los años noventa se establecieron los primeros invernaderos, que generaron mejora en la calidad del cultivo. Las características socio-demográficas más relevantes de los productores indicaron que estos son relativamente jóvenes (44 años), con escolaridad baja (7 años), la mayoría de ellos dedicados solo a la producción de rosa (20% tiene otra actividad productiva importante), con un promedio de 12 años de experiencia en la producción del cultivo.

Características de la tecnología de producción

El tamaño promedio del invernadero es de 2700 m², el 20% de estos tienen 4000 m² o mayor, el 40% de los productores recibe algún tipo de asistencia técnica. El tipo de invernadero más común es el instalado por empresa especializada (52.3%) y el de manufactura propia con menores elementos tecnológicos (45.5%). Un 17% tiene instalado sistema de riego (goteo o aspersión) y 30% tiene área de empaque y almacenamiento. Ninguno de los invernaderos incluidos en el presente estudio cuenta con un tapete fitosanitario. La instalación de invernaderos para la producción de rosa ha seguido creciendo y su instalación es realizada por los productores.

Con respecto al uso de servicios, 40% de los productores recibe asistencia técnica (A.T.), la principal fuente de esta, en los aspectos de aplicación de fertilizante y pesticidas proviene de casas comerciales de San Martín Texmelucan. El crédito para la producción es utilizado por 17% de los productores.

Los productores manifestaron que no utilizan el crédito porque es caro y además no lo necesitan. Sobre la innovación tecnológica, se registró que 35% afirmó que si utiliza innovaciones (sistema de riego, nave de empaque, e invernadero equipado). Las principales razones para introducir innovaciones son mejorar la ganancia. La industria de los ornamentales es generadora de empleos (Mekonnen *et al.*, 2012). Las personas ocupadas en la producción de rosa, por unidad de producción oscilan entre dos y ocho, normalmente dos son de tipo familiar y el resto son contratadas en las épocas de mayor producción (febrero, mayo, junio-julio, y noviembre-diciembre). En general, el costo en mano de obra disminuye a medida que incrementa la superficie de invernadero y se incorpora mejor tecnología (Waghmare y Shendage, 2013). La relación Beneficio-Costo de la producción de rosa de corte fue de 2.5. Un retorno de 1.5 pesos por cada peso invertido. La ganancia económica promedio fue de 140,736 pesos anuales por 1000 m². En la estructura de costos, el más importante es la mano de obra (42%), seguida de fertilizantes y plaguicidas (29%), y costo de insumos varios (21%) como enraizador, desinfectantes, ligas, material vegetativo, y materiales para empaque. Los costos de mantenimiento fueron el 8% del costo total.

Rentabilidad y uso de innovaciones

El uso de innovaciones ha sido asociada de forma positiva con mayor rentabilidad de las unidades de producción. Los resultados de la prueba de diferencia de la media de un grupo de variables asociadas al desempeño de las unidades de producción y la variable "Uso de Innovaciones"

Cuadro 1. Resultados de la Prueba de Diferencia de las Media de Variables de Desempeño Productivo e Innovación.

Variables	Innovación	N	Sig (p)	Media	Diferencia de las Medias	Error típico de la media
Costo de Operación*	No	57	0.017	137642.5	28276.2	6535.2
	Sí	31		109366.3		10145.2
Ingreso Bruto*	No	57	0.013	261249.9	23578.2	5460.3
	Sí	31		284828.1		7727.0
Costo de la Mano de Obra*	No	57	0.049	74816.2	20753.5	6017.9
	Sí	31		54062.7		8755.2
Inversión en Innovación*	No	57	0.000	10087.7	41764.0	982.4
	Sí	31		51851.7		7293.0
Producción (paquete)	No	57	0.131	2359.2	294.0	123.5
	Sí	31		2653.3		129.9
Tamaño del Invernadero*	No	57	0.000	2189.5	1665.4	150.8
	Sí	31		3854.8		463.0
Años de Escolaridad	No	57	0.652	7.4	0.2	0.3
	Sí	31		7.2		0.3
Productividad*	No	57	0.044	373.6	174.9	54.2
	Sí	31		198.6		59.7
Relación B/C*	No	57	0.000	2.14	174.9	0.120
	Sí	31		3.16		0.273

*Significativas al 95% de confianza.

Cuadro 2. Resultados del análisis de varianza para Tamaño del Invernadero y desempeño productivo.

	Estratos	N	Media	Prueba F	Valor p
Costo de Operación* (\$/1000m ²)	Cuatro mil y mayor	17	67212.4	53.677	.000
	Dos mil a 3900	43	118425.8		
	Menos de dos mil	28	178609.0		
	General	88			
Ingreso Bruto* (\$/1000m ²)	Dos mil a 3900	43	255479.8	7.327	.001
	Menos de dos mil	28	273191.1		
	Cuatro mil y mayor	17	299172.4		
	General	88			
Costo Mano de Obra* (\$/1000m ²)	Cuatro mil y mayor	17	32791.8	25.972	.000
	Dos mil a 3900	43	54666.4		
	Menos de dos mil	28	108298.1		
	General	88			
Inversión Innovación* (\$/unidad de producción)	Menos de dos mil	28	8889.2	11.921	.000
	Dos mil a 3900	43	24616.2		
	Cuatro mil y mayor	17	51470.7		
	General	88			
Producción* (Paquetes/1000m ²)	Dos mil a 3900	43	2328.7	1.032	.361
	Cuatro mil y mayor	17	2545.5		
	Menos de dos mil	28	2618.5		
	General	88			
Beneficio/Costo* (1000m ²)	Menos de dos mil	28	1.70	83.98	0.000
	Dos mil a 3900	43	2.22		
	Cuatro mil y mayor	17	4.51		
	General	88			

*Significativos al 95% de confianza ($p \leq 0.05$).

se muestran en el Cuadro 1, en donde se observa que con excepción de las variables "Años de Escolaridad" y "Producción", el resto de ellas son significativas ($p \leq 0.05$).

Escala de producción y rentabilidad

Una de las características de las unidades de producción agropecuaria reportadas en la literatura, relacionada con la rentabilidad, es el tamaño, expresado en metros cuadrados de invernadero. Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) de un conjunto de variables relacionadas con el desempeño productivo y tamaño del invernadero (Cuadro 2) muestran que existen diferencias significativas entre los tres estratos considerados, excepto para la variable "Producción". Existe una relación directa entre Tamaño del Invernadero e ingreso, Ganancia Económica y Relación Beneficio-Costo y una relación inversa entre Tamaño del Invernadero y los conceptos de costos.

Factores explicativos del desempeño económico

Los resultados del análisis de regresión mostrados en el Cuadro 3 permitieron identificar las variables significativas ($p \leq 0.05$) al 95% de confianza; Innovación, Escolaridad, Experiencia, y Tamaño del Invernadero. Las variables con mayor poder explicativo son el tamaño del invernadero, seguido de Innovación y Escolaridad. El coeficiente de regresión (R -cuadrada=0.588) indica que el modelo completo explica en 58.8% el comportamiento de la ganancia. El coeficiente de 0.6077 de Tamaño de Invernadero indica que un cambio porcentual de una unidad en esta variable, la ganancia aumenta en 0.6077%. Sí partimos de un tamaño de invernadero promedio, de 2700 m², duplicar este tamaño, llevándolo hasta 5400 m², generaría un aumento en la ganancia económica de 60.77%.

Las pruebas estadísticas sobre los supuestos del modelo; de normalidad de los errores, homocedasticidad, o de varianza constante, y multicolinealidad o de no correlación entre los errores resultan satisfactorias. El

test de normalidad mostró que los errores se distribuyen aproximadamente normal ($z=0.71777$), por lo anterior no se rechaza la hipótesis de normalidad.

CONCLUSIONES

La producción de rosa de corte en invernadero en la región de estudio es rentable financieramente, además de generar empleo todo el año. La experiencia del productor, escolaridad, tamaño del invernadero, y el uso de innovaciones, están relacionados positivamente con la rentabilidad, principalmente a través de la minimización de los costos. Las dos últimas pueden mejorarse a través de programas de capacitación, asistencia técnica y financiamiento focalizado. Especialmente financiamiento para sistemas de riego, de frío y capacitación. La sobre oferta de producción puede aliviarse mejorando la calidad de la rosa, lo que permitirá ingresar a nuevos mercados.

LITERATURA CITADA

Apoyos y Servicios para la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). 2008. Boletín No. 17/2008. La floricultura. Pp.3-7.

Apoyos y Servicios para la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). 2006. La floricultura mexicana, el gigante que está despertando. En: Revista Claridades Agropecuarias. Vol. 6. Pp. 3-38.

Beattie B.R., Taylor C.R., Watts M.J., 2009. The Economics of Production. Krieger Publishing Company; 2nd edition edition. 316 pp.

Cuadro 3. Resultados del modelo explicativo de la ganancia económica de la producción de rosa de corte en invernadero.

Dependientes	Betas	Error Estándar	Valor de t	(Intervalo al 95% de confianza)	
Innovación*	0.3375	0.1609	2.85	-0.1307	0.1119
Edad	0.1144	0.1963	1.91	-0.5053	0.2763
Escolaridad*	0.3312	0.2085	2.56	-0.7527	0.0775
Experiencia*	0.0909	0.1035	2.57	-0.1152	0.2971
Tamaño del Inv*	0.6077	0.1274	6.87	0.3539	0.8614
Asistencia Técnica	0.0112	0.1323	0.40	-0.2522	0.2747
Crédito	-0.0354	0.1681	0.70	-0.3701	0.2993
Constante	8.0484	1.3032	3.40	5.4544	10.642
Prueba de F (8,79)		13.53			
Probabilidad > F		0.0000			
R-cuadrada		0.5880			
Supuestos					
Normalidad				Probabilidad > z=0.71777	
Homocedasticidad				Chi2(1)=0.000; Probabilidad > Chi2=0.966	
Multicolinealidad				Promedio de VIF (8 variables)=1.4212	

Fuente: elaboración propia con datos de campo.

- Beltrán, B. M., 2007, Floracopio, La floricultura mexicana hacia la modernidad, Eslabón, Sociedad Mexicana de Ingenieros, No. 3.
- Feder G., Just E. R., Zilberman D., 1995. Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey. *Economic Development and Cultural Change*. Vol. 33, No. 2, pp. 255-298.
- Sunding D and Zilberman D. 2001. The Agricultural Innovation Process: Research and Technology Adoption in a Changing Agricultural Sector. *Handbook of Agricultural Economics*. Vol 1, Part A, pp. 207-261.
- Morrison P., Roberts J., Hippel E. 2000. Determinants of User Innovation and Innovation Sharing in a Local Market. *Management Science*, Vol. 46, Issue 12. 1513-1527.
- Gobierno del Estado de Puebla, 2005, Cadenas Productivas Agropecuarias y Acuícolas del Estado de Puebla, Puebla, pp. 389 – 549.
- INEGI. Anuario Estadístico y Geográfico de los Estados Unidos Mexicanos. 2013. Consultado:
- Lööf H. y Heshmati A. 2002. On the relationship between innovation and performance: a sensitivity analysis. *SSE/EFI Working Paper Series in Economics and Finance* No. 446. Helsinki Finland.
- Mekonnen, M., Hoekstra, A., Becht, R. 2012. Mitigating the water footprint of export cut flowers from the lake Naivasha Basin, Kenya. *Water Resource Management*. 26: 3725-3742.
- Palma M.A., Ward R.W. 2010. Measuring Demand Factors Influencing Market Penetration and Buying Frequency for Flowers in the U.S. *International Food and Agribusiness Management Review*. Volume 13, Issue 1, 2010.
- Pomareda C. y Hartwich F. 2006. Innovación Agrícola en América Latina. *International Food Policy Research Institute*. Disponible en: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ib42sp.pdf>. 5 de Marzo del 2015.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2013. siap.gob.mx.
- Waghmare, M., Shendage, P. 2013. Profitability of cut roses grown under Hi-Tech cultivation. Department of Agriculture and Co-operation Ministry of Agriculture Government of India, 512350: pp. 15-21.





DIVERSIDAD GENÉTICA DEL AGUACATE (*Persea americana* Mill.) EN CUATRO ZONAS DE SU ÁREA DE DISPERSIÓN NATURAL

GENETIC DIVERSITY OF AVOCADO (*Persea americana* Mill.) IN FOUR AREAS OF ITS NATURAL SPREAD REGION

Corona-Jácome, E.C.¹; Galindo-Tovar, M.E.^{1*}; Lee-Espinosa, H.E.¹; Landero-Torres, I.¹

¹Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Región Orizaba-Córdoba, Camino Peñuela-Amatlán Km 1. Amatlán de los Reyes C.P. 94945, Veracruz, México.

*Autor responsable: megalindo@uv.mx

RESUMEN

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es uno de los cuatro frutos tropicales más importantes a nivel mundial. La diversidad genética de esta especie neotropical es amplia y su taxonomía ha sido compleja. En este marco, el uso de marcadores genéticos altamente polimórficos como los microsatélites, permite estudiar la diversidad de esta especie, y con ello, se examinó la diversidad y relación genética del aguacate en cuatro zonas de su dispersión natural: Zaragoza, N.L., Aquila, Ver., Chochololá, Yuc, en México, así como, en La Antigua, Guatemala. Se obtuvieron muestras foliares de las localidades y se extrajo el ADN genómico para su amplificación con cuatro iniciadores de microsatelites (SHRSPa056, SHRSPa089, SHRSPa109 y SHRSPa111). Los resultados analizados con el programa POPGene V 3.4, evidenciaron presencia de alelos específicos indicando que esta especie ha estado sujeta a diferentes procesos de domesticación. Además, el mosaico de alelos compartidos indicó similitud entre procesos de selección y domesticación por las diferentes culturas que lo han utilizado y que han moldeado su estructura genética y diversidad. Las diferentes frecuencias de los alelos indicaron la interacción genética entre las cuatro localidades, probablemente debida a la polinización cruzada entre ellas y a su origen común. La presencia de haplotipos únicos, datos de similitud y deriva genética aportan información para explicar la evolución y marcan directrices para futuras investigaciones.

Palabras clave: Dispersión, diversidad genética, *Persea americana*.

ABSTRACT

The avocado (*Persea americana* Mill.) is one of the four major tropical fruits worldwide. The genetic diversity of this Neotropical species is wide and has been difficult to study, so its taxonomy has been complex. In this regard, the use of highly polymorphic genetic markers as microsatellites, allows genetic diversity studies for the species. This study was performed in order to assess the genetic diversity of avocado trees in Zaragoza, N.L., Aquila, Ver., Chochololá, Yuc, y La Antigua Guatemala, using microsatellite primers. Leaf samples from the four areas were obtained and genomic DNA was extracted. This DNA was amplified with four microsatellite primers (SHRSPa056, SHRSPa089, SHRSPa109 and SHRSPa111). Results were analyzed using the program POPGENE v 3.4. The presence of specific alleles shows that this species has been subject to different domestication processes. In addition, the mosaic of shared alleles indicates similarity among selection and domestication processes that avocado has passed through by the different cultures that used it and molded its diversity and genetic structure. The different allele frequencies showed the genetic interaction among the four localities in study, probably due to open pollination and its common origin. The presence of unique haplotypes, genetic similarity and genetic drift data provide information to explain the evolution of the species and mark guidelines for future research.

Key words: Dispersal, genetic diversity, *Persea americana*.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 6, junio, 2016, pp. 80-85.

Recibido: enero, 2016. **Aceptado:** abril, 2016.



INTRODUCCIÓN

El aguacatero (*Persea americana* Mill.) se ubica entre especies tradicionalmente auspiciadas en traspatios y diversas culturas desde tiempos precolombinos en el área de Mesoamérica. México, actualmente ocupa el primer lugar en la producción de este fruto con 1 520 694.5 t (SIAP, 2014). Este frutal de clima tropical y subtropical presenta diversidad y su fruto se distingue por acumular en su pulpa aceites, en lugar de azúcares. Su centro de origen ha sido ubicado en el área que actualmente ocupa La Sierra Nevada en California (Galindo y Arzate, 2010a), su taxonomía ha sido revisada en varias ocasiones y sus relaciones genéticas son complejas. Diferentes domesticaciones han originado diversidad de tipos y variedades, cada una con características morfológicas, fisiológicas y climáticas que permiten distinguirlas. Es probable que en gran medida esta diversidad se haya originado como resultado de las diferencias ecológicas y de la diversidad de tradiciones y costumbres de los grupos culturales que lo domesticaron; así como a los largos periodos de polinización abierta e hibridación (Lev, 2011). Actualmente, se reconocen ampliamente tres razas fisiológicas del aguacatero: (1) *Persea americana* var. *drymifolia* (Schlecht. et al. Cham. Blake) (Mexicana) caracterizada por su relativa tolerancia al frío y por sus frutos pequeños cubiertos por una delgada cáscara de color negro-morado; (2) *P. americana* var. *guatemalensis* L. Wms. (Guatemalteca) poco tolerante al frío, frutos con cáscara gruesa y rugosa que se mantiene verde hasta la maduración; (3) *P. americana* var. *americana* (Antillana) adaptada a condiciones climáticas tropicales, frutos con cáscara suave, fácil de pelar y pulpa con un sabor casi dulce, que no se encuentra en las otras dos variedades (Williams, 1976; Bergh and Ellstrand, 1986). Sin embargo, debido a su evolución reticulada y amplia complejidad genética, el estudio de la diversidad y relaciones genéticas de la especie ha sido difícil. En la actualidad los estudios de diversidad genética se complementan con el uso de marcadores morfológicos y moleculares. La primera tiene limitantes, pues su expresión puede estar sujeta a factores ambientales o fenológicos. Por otro lado, los marcadores moleculares son fenotípicamente neutros, presentan mayor segregación o polimorfismo que los morfológicos, pueden ser evaluados desde los primeros estados de desarrollo de las plántulas, son aplicables a cualquier material vegetal, no importa la época del año en que se realiza el análisis y están libres de los efectos epistáticos (Azofeifa, 2006). Por ello, para estudiar las relaciones genéticas intraespecíficas las herramientas biotecnológicas resultan de gran utilidad (Asuar, 2007). Entre los marcadores moleculares, los microsatelites son pequeñas regiones de secuencias repetidas, altamente variables y útiles para medir el polimorfismo dentro especies o variantes muy relacionadas (Azofeifa, 2006). Con la finalidad de identificar

las fuerzas y factores evolutivos que explican la variación del árbol del aguacatero, se examinó la diversidad y relación genética de *P. americana* en cuatro zonas de su área de dispersión natural con el fin de identificar los recursos genéticos útiles para desarrollar estrategias de conservación, de mejora genética y uso sostenible para su aprovechamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se escogieron cuatro localidades en las que se ha reportado presencia de diversidad genética en las tres variedades del aguacatero y árboles silvestres (Cuadro 1).

En cada una de las localidades seleccionadas, se realizó una recolección al azar de 10 muestras foliares, excepto en Zaragoza, N.L. donde sólo se obtuvieron seis. Las muestras se deshidrataron en silica gel y se guardaron en bolsas de polietileno cerradas herméticamente, para su conservación hasta el momento de su análisis. Para la extracción de ADN se utilizó el protocolo del paquete de extracción Wizard® Genomic DNA Purification (Promega Corporation, 2010). La amplificación del ADN se realizó con la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Se probaron seis iniciadores para microsatélites reportados por Borrone *et al.* (2006) y se seleccionaron los cuatro iniciadores en los que se obtuvieron bandas más claras (SHRSPa056, SHRSPa089, SHRSPa109 y SHRSPa111). Las muestras amplificadas se separaron por corrimientos electroforéticos, los productos se visualizaron en un transiluminador ultravioleta modelo CONSORT. Para el análisis de distancias genéticas de las cuatro localidades muestreadas se utilizó el programa POPGENE v. 3.4.,

Cuadro 1. Características geográficas de las localidades de colecta de muestras foliares de aguacatero de aguacatero (*Persea americana* Mill.)

Localidad	Longitud Norte	Longitud Oeste	Altitud (m)
Zaragoza, Nuevo León	23° 58' 30"	99° 46'	1,380
Aguila, Veracruz	18° 48'	97° 18'	720
Chocholá, Yucatán	20° 41' y 20° 49'	89° 49' y 89° 65'	14
La Antigua, Guatemala	14° 33' 40"	90° 44' 04"	1,530

utilizando el método UPGMA (Yeh and Boyle, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar el análisis de los resultados, se registró diversidad entre poblaciones. Las localidades de Zaragoza y Aquila, en las que se tomaron muestras de raza fisiológica mexicana (Figura 1 A, B), presentaron la mayor diversidad con polimorfismos de 83% y 64 % respectivamente; mientras que las localidades de Chocholá (raza antillana) y La Antigua (raza guatemalteca) tuvieron 46.42% y 39% de polimorfismo. Esto coincide con lo encontrado por Mhameed *et al.*, (1997), quienes reportaron mayor variabilidad para la raza fisiológica Mexicana (cuyo centro de dispersión incluye a Aquila). Debido a que la mayor diversidad indica cercanía al centro de origen; la cercanía de Zaragoza y Aquila con el centro de origen propuesto por Galindo *et al.* (2010a) en la Sierra Nevada, explica lo anterior. Con respecto a la presencia de alelos específicos, estos indican procesos de fijación de características que diferencian a una población de otra. Se registró un total de siete bandas únicas que no se comparten entre las localidades estudiadas. El mayor número lo presentó Aquila, con 8.33%, seguido por Zaragoza con 4.16%, La Antigua obtuvo 7.14% y Chocholá el 3.57% (Figura 2). De acuerdo a estos datos, las localidades de Aquila y La Antigua, que pre-

sentan el mayor porcentaje de alelos específicos; corresponden con las áreas de domesticación de las razas fisiológicas mexicana y guatemalteca respectivamente. Esto concuerda con lo reportado por Galindo (2007) y demuestra que esta especie ha estado sujeta a diferentes procesos de domesticación en cada



Figura 1. A: Frutos de aguacate de la raza fisiológica mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia* (Schlecht. et al. Cham. Blake)) encontrados en la localidad de Zaragoza N.L., México. B: Árboles de aguacate de la raza fisiológica mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia* (Schlecht. et al. Cham. Blake)) encontrados en la localidad de Aquila, Veracruz, México.

una de las cuatro localidades estudiadas, lo que ha originado su diversificación genética. Sin embargo, la frecuencia de los alelos específicos es baja, por lo que es necesario realizar otros estudios para identificar estas localidades.

Además de las bandas específicas, el mosaico de bandas compartidas entre las cuatro localidades indicó la similitud entre los procesos de selección y domesticación a los que ha estado sujeto el aguacate por las diferentes culturas que lo han utilizado, y que han moldeado la estructura genética de esta especie y su diversidad. Las bandas generadas por localidad e iniciador mostraron combinaciones y frecuencias diferentes, y las frecuencias de estos alelos indicaron la interacción genética entre las cuatro localidades, probablemente debida a la polinización cruzada entre ellas y a su origen común. Las más frecuentes fueron: BB, que se observó en las cuatro localidades y OO que se observó en tres localidades (Aquila, Chocholá y La Antigua) (Figura 3).

Al calcular el porcentaje de haplotipos (Figura 4), se observó que los de mayor frecuencia: OO y BB representaron 15% y los menos frecuentes fueron los haplotipos no compartidos entre iniciadores con el 1%. Estos resultados, además de mostrar la diversidad genética del aguacatero indican la utilidad de los

iniciadores de microsatélites para estudiarla. La mayor cantidad de haplotipos compartidos indica un origen común; mientras que la distribución reticulada indica diferentes procesos evolutivos, en los que la interacción entre las diferentes

Polimorfismos por localidad

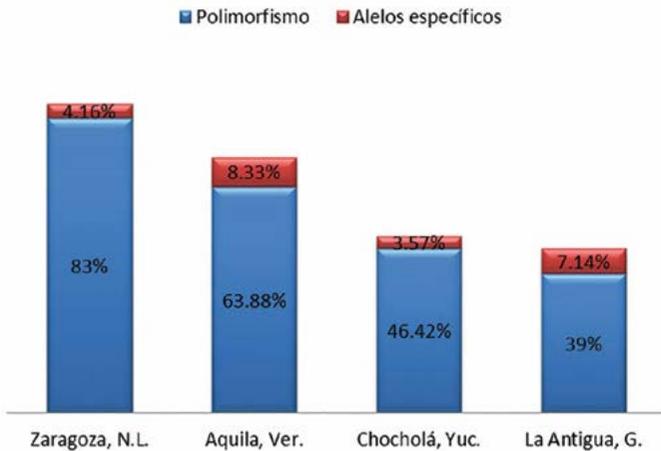


Figura 2. Porcentaje de polimorfismos de aguacatero (*Persea americana* Mill.) y bandas específicas por localidad. El porcentaje restante son las muestras nulas.

localidades ha dado origen a la actual estructura genética.

Con los datos generados se obtuvo un dendrograma (Figura 5) en el que se observan dos grupos; el grupo uno incluye a las localidades de Zaragoza, Nuevo León y Chocholá, Yucatán y el segundo grupo se conformó por las localidades de Aquila, Veracruz y La Antigua, Guatemala; lo que concuerda con lo expuesto anteriormente.

La diversidad genética se mide como la distancia genética (Nei, 1978), ya que de esta forma se muestran diferencias o similitudes a nivel genético. El Cuadro 2 muestra que las localidades de La Antigua y Aquila tienen el valor de identidad genética más alto (0.7652), lo cual explica su cercanía en el dendrograma. El otro gru-

po formado por Zaragoza y Chocholá también muestra un valor alto para identidad genética (0.6448).

El bajo valor de la distancia genética entre Aquila y La Antigua indica una estructura genética similar; mientras que el alto valor entre Zaragoza y La Antigua manifiesta la diferenciación entre las dos localidades. Estos valores y la agrupación observada en el dendrograma contribuyen a esclarecer los procesos de dispersión del aguacate, ayudados por los grandes mamíferos que migraron durante el paleoceno, debido a las glaciaciones. Barlow (2002) reportó que la dispersión del aguacate no se podría describir sin incluir la colaboración de los grandes mamíferos, como los gonfoterios y los perezosos terrestres gigantes, que transportaron sus semillas por grandes distancias. Tapia et al. (2013)

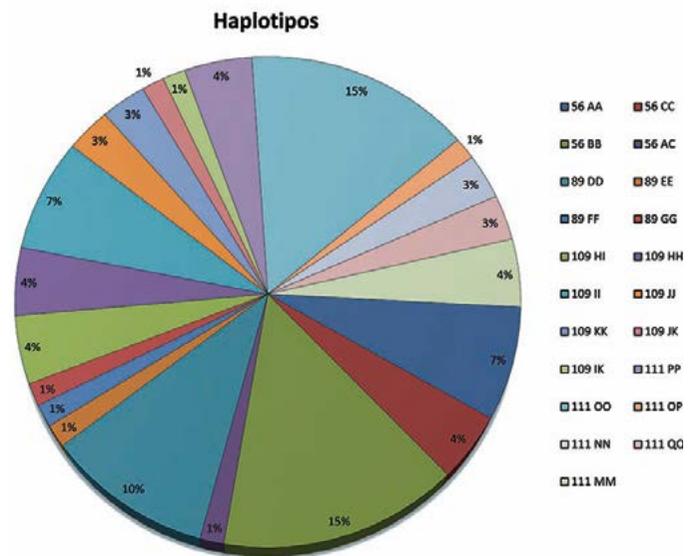


Figura 4. Porcentaje de frecuencia de los haplotipos obtenidos en aguacatero (*Persea americana* Mill.).

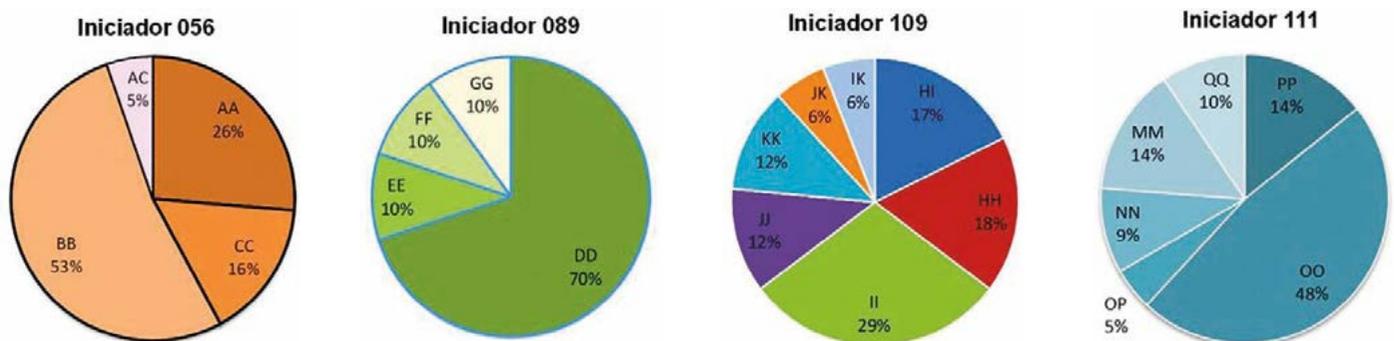


Figura 3. Porcentaje individual de los haplotipos, correspondientes a los iniciadores para microsatélites, SHRSPa056, SHRSPa089, SHRSPa109 y SHRSPa111 del aguacatero (*Persea americana* Mill.).

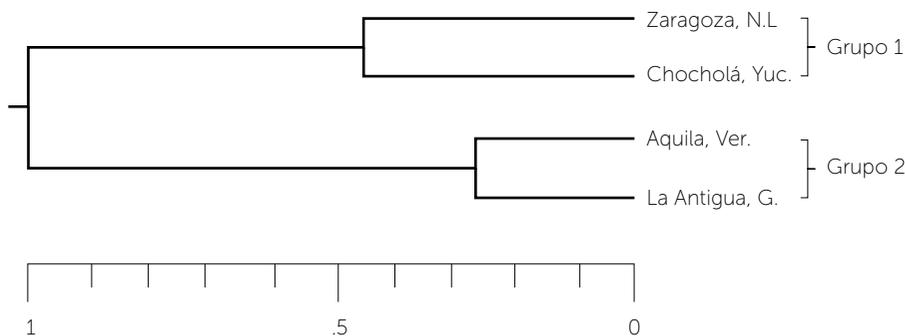


Figura 5. Dendrograma de distancias genéticas de aguacatero (*Persea americana* Mill.).

sugieren la migración de gonfoterios de America del Norte hacia América del Sur, por la costa del Pacífico y su dispersión a través del eje neovolcánico hacia la zona central de México. Esto explica la migración del aguacate desde su centro de origen en la actual Sierra Nevada (Galindo y Arzate, 2010a) hacia Mesoamérica, donde fue encontrado por el hombre a su llegada a esta área. Estos datos y la cercana relación entre las localidades de Aquila (Veracruz) y La Antigua (Guatemala) sugieren como los aguacates provenientes del área de la Sierra Nevada fueron transportados por los grandes mamíferos en su migración de Norteamérica a Suramérica por el oeste de México. Al llegar a la zona centro ocurrió una radiación, algunos mamíferos migraron hacia el sur llevando estos aguacates hasta Guatemala y otros lo llevaron hacia el oeste de México, llegando al valle de Tehuacán y Sierra de Zongolica. De esta forma aguacates del mismo origen

evolucionaron de forma diferente y posteriormente con la aparición del hombre, su domesticación dio origen a los tipos Mexicano y Guatemalteco. En otros periodos estos aguacates fueron llevados por el hombre a las Tierras Bajas Mayas, donde las diferencias edafoclimáticas y la domesticación dieron origen a otro tipo de aguacate que se separó de los aguacates Mexicano y Guatemalteco y dio origen al aguacate Antillano (Galindo y Arzate, 2010b). La relación del aguacate de la zona de las Tierras Bajas Mayas y el de Zaragoza (Nuevo León) se explica por un origen común, probablemente debido a la dispersión que ocurrió a la llegada del hombre y su adaptación a un clima similar. La importancia de la deriva genética se estima con el valor de Nm. En este caso el valor de 0.33 (menor de 1) indica una deriva genética importante, probablemente como resultado de la migración de pequeñas muestras transportadas por animales o grupos humanos.

Por otro lado, la variación genética dentro y entre poblaciones estimado con el valor de Fst, que indica el balance entre la deriva genética y el flujo genético fue de 0.43 (menor a 1) sugiriendo similitud entre las poblaciones estudiadas.

CONCLUSIONES

LOS cuatro iniciadores para microsatélites utilizados en el análisis molecular mostraron suficiente polimorfismo y reproducibilidad para realizar estudios de diversidad genética. Todas las localidades fueron polimórficas; además, cada una produjo haplotipos únicos que permiten diferenciar a las cuatro zonas. En cuanto a las relaciones genéticas, la integración de dos grupos indicó una posible dispersión de la especie durante el Paleoceno y posteriormente por el hombre, a su llegada a Mesoamérica. Las localidades estudiadas mostraron similitud genética, debido al balance de la deriva y el flujo genético ocurridos durante la migración de la zona de origen hacia Mesoamérica; así como, a una deriva genética importante.

LITERATURA CITADA

Asuar L.E. 2007. Guía practica sobre la técnica de PCR. Págs 517-552. En: Ecología Molecular. L. E. Eguiarte, V. Souza, X. Aguirre (Eds). INECC. México.

Azofeifa D.Á. 2006. Revisión bibliográfica: Uso de marcadores moleculares en plantas; aplicaciones en frutales del trópico. Agronomía Mesoamericana 17: 221-242.

Cuadro 2. Distancia genética basada en Nei (1978). Los valores para identidad genética son los que están por encima de la diagonal que forman los asteriscos y por debajo de la misma, los de distancia genética para aguacatero (*Persea americana* Mill.).

Pop ID	Zaragoza	Aquila	Chocholá	La Antigua
Zaragoza (Nuevo León)	****	0.3707	0.6448	0.3353
Aquila (Veracruz)	0.9923	****	0.3958	0.7652
Chocholá (Yucatán)	0.4387	0.9269	****	0.4018
La antigua (Guatemala)	1.0926	0.2676	0.9117	****

- Bergh B.O., Ellstrand N. 1986. Taxonomy of the avocado. California Avocado Society, 1986 Yearbook 70: 135-146.
- Barlow C. 2002. The ghosts of evolution. Perseus Books Groups. USA.
- Borrone J.W., Schnell R.J., Violi H.A., Ploetz R.C. 2006. Seventy microsatellite markers from *Persea americana* Miller (avocado) expressed sequence tags. Molecular Ecology Notes 7:439-444.
- Galindo M.E., Arzate A.M., Ogata N., Landero I. 2007. The avocado (*Persea americana*, Lauraceae) crop in Mesoamerica: 10 000 years of history. Harvard Papers in Botany 12: 325-334.
- Galindo M.E., Arzate A.M. 2010a. Consideraciones sobre el origen y primeras dispersiones del aguacate (*Persea americana*, Lauraceae). Cuadernos de Biodiversidad 33: 11-15.
- Galindo M.E., Arzate A.M. 2010b. West Indian avocado: Where did it originate? Phytón. Revista Internacional de Botánica Experimental 79: 203-207.
- Jardon L., Alavez V., Méndez V., Gaona A., Damián M.J.X., Piñero D., Petrone S., Uscanga A., Weier A.L. 2011. Análisis para la determinación de los centros de origen, domesticación y diversidad genética del género *Persea* y la especie *Persea americana* (aguacate). Compendio final. México.
- Mhameed S., Sharon D., Kaufman D., Lahav E., Hillel J., Degani C., Lavi U. 1997. Genetic relationships within avocado (*Persea americana* Mill.) cultivars and between *Persea* species. Theoretical Applied Genetics 94: 279-286.
- Nei, M. 1978. Molecular evolutionary genetics. Columbia University Press.
- Promega Corporation. 2010. Wizard Genomic DNA Purification Kit. Technical Manual. USA. <http://www.promega.com>
- SIAP. 2014. www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo
- Tapia R., Guzmán F.A., Polaco O. 2013. Los gonfoterios (Proboscidea, Gomphotheriidae) de Colima, México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana 65: 591-607.
- Williams L.O. 1976. The botany of the avocado and its relatives. Proceedings of the First International Tropical Fruit Short Course: The Avocado. 9-15 pp.
- Yeh, F.C., Boyle T.J.B. 1997. Population Genetic Analysis of co-dominant and dominant markers and quantitative traits. Belgian Journal of Botany 129:157.



AP
AGRO
PRODUCTIVIDAD

CURSO INTERNACIONAL

AUTOMATIZACIÓN Y USO DE BIORREACTORES PARA LA MICROPROPAGACIÓN COMERCIAL DE PLANTAS

Del laboratorio al campo

DEL 12 AL 15 DE SEPTIEMBRE DE 2016

DURACIÓN: 30 horas • TIPO: Teórico-Práctico

SEDE:

Colegio de Postgraduados | Campus Córdoba

Costo por participante | **Estudiantes**
\$ 7,000.00 M.N. | **\$3,500.00 M.N.**



INTERNATIONAL
BIONANOTECHNOLOGY
NETWORK



CONACYT



INFORMES:

Dr. Fernando C. Gómez Merino • Dr. Jericó J. Bello Bello

Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba.
Carretera Federal Córdoba-Veracruz km 348 Municipio Amatlán de los Reyes, Veracruz. C.P.
94946, México

Correo: cursobiorreactores@gmail.com

Tel: (+52) 01 271 71 6 60 55 y 00
Móvil: 271 105 85 06



Laboratorio de Cultivo
de Tejidos Vegetales