

Comercialización de **HELICONIAS** (*Heliconia* L.) en Acayucan, Veracruz, México pág. 56

Año 10 • Volumen 10 • Número 3 • marzo, 2017

NIVELES DE FERTILIZACIÓN Y EFICIENCIA DE AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ ELOTERO (<i>Zea mays</i> L.)	3
CONTROL BIOLÓGICO DE FITOPATÓGENOS MEDIANTE AISLADOS DE <i>Trichoderma</i> spp.	9
TÉCNICA DE FOTOTRAMPEO PARA REGISTRAR INSECTOS Y REPTILES	15
TOXICIDAD DE INSECTICIDAS EN ESCAMA BLANCA (<i>Aulacaspis tubercularis</i> Newstead) (Hemiptera: Diaspididae) DEL MANGO (<i>Mangifera indica</i> L.).	19
CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE LA GALLINA CRIOLLA (<i>Gallus gallus</i> L.) EN UNA MICRORREGIÓN DE VERACRUZ, MÉXICO	24
BIOPESTICIDAS: TIPOS Y APLICACIONES EN EL CONTROL DE PLAGAS AGRÍCOLAS	31

y más artículos de interés...

Guía para autores

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.

Agro productividad. Año 10, Volumen 10, número 3, marzo 2017, Agro productividad 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: 2448-7546, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Impresa en México por LIBROS EN DEMANDA, S. DE R. L. DE C. V. Calle 3 No. 1000, Zona Industrial, Guadalajara, Jalisco, México. CP. 44940. Este número se terminó de imprimir el 31 de marzo de 2017 con un tiraje de 3000 ejemplares.



El costo por publicación aceptada es \$2500.00 MX.



Contenido

3	NIVELES DE FERTILIZACIÓN Y EFICIENCIA DE AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ ELOTERO (<i>Zea mays</i> L.)
9	CONTROL BIOLÓGICO DE FITOPATÓGENOS MEDIANTE AISLADOS DE <i>Trichoderma</i> spp.
15	TÉCNICA DE FOTOTRAMPEO PARA REGISTRAR INSECTOS Y REPTILES
19	TOXICIDAD DE INSECTICIDAS EN ESCAMA BLANCA (<i>Aulacaspis tubercularis</i> Newstead) (Hemiptera: Diaspididae) DEL MANGO (<i>Mangifera indica</i> L.).
24	CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE LA GALLINA CRIOLLA (<i>Gallus gallus</i> L.) EN UNA MICRORREGIÓN DE VERACRUZ, MÉXICO
31	BIOPESTICIDAS: TIPOS Y APLICACIONES EN EL CONTROL DE PLAGAS AGRÍCOLAS
37	PRODUCCIÓN DEL CAFÉ A PEQUEÑA ESCALA (<i>Coffea arabica</i> L.) EN CHICONQUIACO, VERACRUZ, MÉXICO
43	AVE DEL PARAÍSO (<i>Strelitzia reginae</i> Ait.) ASPECTOS FUNDAMENTALES PARA SU PRODUCCIÓN COMERCIAL
50	REQUERIMIENTOS NUTRIMENTALES DE LA FLOR AVE DE PARAÍSO (<i>Strelitzia reginae</i> Aiton)
56	COMERCIALIZACIÓN DE HELICONIAS (<i>Heliconia</i> L.) EN ACAYUCAN, VERACRUZ, MÉXICO
62	EFFECTO DE LOS ELEMENTOS BENÉFICOS Al, Co, Se Y Si EN LA NUTRICIÓN DE HELICONIAS (<i>Heliconia</i> sp.)
69	ESTIMACIONES DE APOYO AL PRODUCTOR Y DESEMPEÑO ECONÓMICO DEL SECTOR AGROPECUARIO MEXICANO EN LA INTEGRACIÓN ECONÓMICA
75	CULTIVO DE MALANGA (<i>Colocasia esculenta</i> Schott) EN TUXTLA CHICO, CHIAPAS, MÉXICO
81	CALIDAD DE SEMILLAS DE PRIMAVERA (<i>Roseodendron donnell-smithii</i> Miranda syn <i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose)
87	CONTRIBUCIÓN DE LA OVINOCULTURA AL SECTOR PECUARIO EN MÉXICO

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



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.

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 Montessorot

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 10 • Número 3 • marzo, 2017.

La Revista **AP AGRO PRODUCTIVIDAD** ha pasado la revisión para ser incluida en las bases de datos de Resúmenes de CAB o de Salud Global, así como al repositorio de texto completo que ha sido desarrollado por CABI (<http://www.cabi.org>), organización intergubernamental, sin fines de lucro, que proporciona información y servicios científicos en los países desarrollados y en desarrollo. La base de datos de CAB Abstracts tiene como objetivo documentar la literatura publicada mundial sobre ciencias vegetales y animales, agricultura, alimentos y temas relacionados. La base de datos de Global Health está dedicada a la investigación y práctica en salud pública, y **AP AGRO PRODUCTIVIDAD** está siendo incluida en dicho repositorio de texto completo, que se comparte en este momento con al menos 780 revistas de diferentes partes del mundo. Con esto, los resultados de investigación publicados en nuestra revista, adquieren mayor visibilidad internacional, y esperamos que el impacto de las mismas favorezca a los usuarios, siguiendo la premisa de:"CABI improves people's lives worldwide by providing information and applying scientific expertise to solve problems in agriculture and the environment".....

Dr. Jorge Cadena Iñiguez

Director de **AP AGRO PRODUCTIVIDAD**

NIVELES DE FERTILIZACIÓN Y EFICIENCIA DE AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ ELOTERO (*Zea mays* L.)

FERTILIZATION LEVELS AND WATER EFFICIENCY IN THE PRODUCTION OF CORNCOB MAIZE (*Zea mays* L.)

Bahena-Delgado, G.¹; Olvera-Salgado, M.D.²; Broa-Rojas, E.³; García-Matías, F.⁴; Jaime-Hernández, M.A.⁴; Torres, S.C.¹

¹Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc. Av. Nicolás Bravo S/N Parque Industrial Cuautla. ²Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnahuac Jiutepec Mor. ³Estudiante de doctorado Colegio de Postgraduados Campus Puebla. ⁴Facultad de Ciencias Agropecuarias. Av., Universidad 1001 Cuernavaca Morelos.

*Autor de correspondencia: gbahena20@yahoo.com.mx

RESUMEN

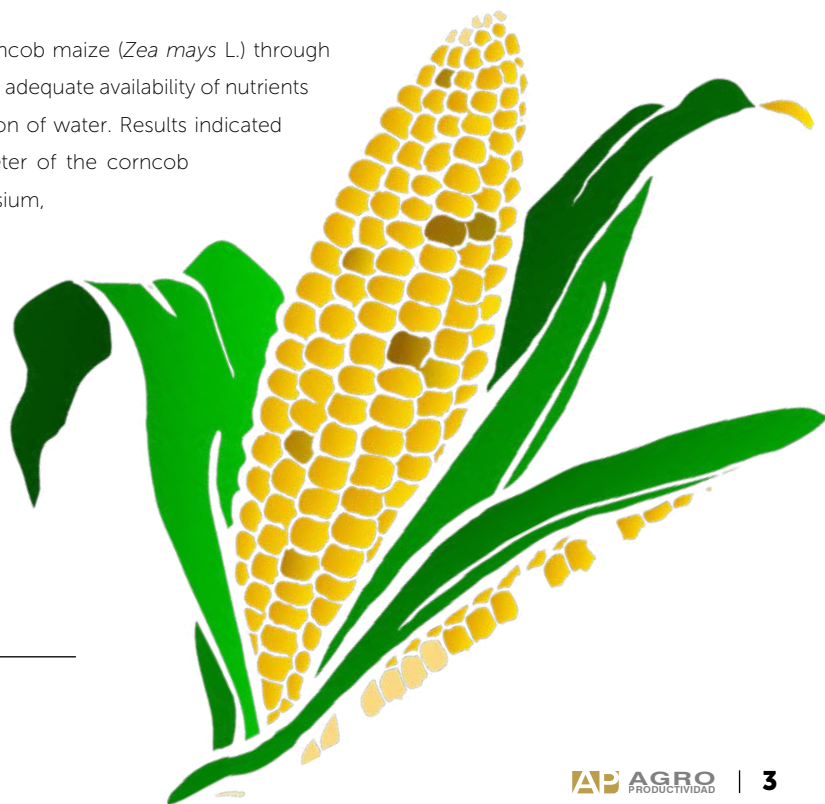
Se realizó la evaluación de cinco niveles de fertilización aplicados en fertirrigación en maíz elotero (*Zea mays* L.), considerando la disponibilidad adecuada de nutrientes en el desarrollo de las plantas, el ahorro y mejor aprovechamiento del agua. Los resultados indicaron que la mejor fórmula de fertilización para altura y diámetro de elote fue 200N-80P-250K de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente, mientras que para peso fresco de elote y rendimiento fue 180N-75P-225K. Se encontró que existe un ahorro de agua de hasta un 94.8% con el empleo del riego por goteo. En tanto que el mayor índice de productividad del agua se obtuvo con el tratamiento dos (180N-75P-225P) con 143 kg de elote producidos por cada m³ de agua aplicado.

Palabras clave: fertirrigación, índice de productividad del agua, etapas fenológicas

ABSTRACT

An evaluation of five levels of fertilization applied to corncob maize (*Zea mays* L.) through fertirrigation was performed, taking into consideration the adequate availability of nutrients in the plants' development, savings and better exploitation of water. Results indicated that the best fertilization formula for height and diameter of the corncob was 200N-80P-250K of nitrogen, phosphorus and potassium, respectively, while for fresh weight of corncob and yield, it was 180N-75P-225K. It was found that there is water savings of up to 94.8 % with the use of drip irrigation, while the highest index of water productivity was obtained with treatment two (180N-75P-225P), with 143 kg of corncobs produced for every m³ of water applied.

Keywords: fertirrigation, water productivity index, phenological stages.





INTRODUCCIÓN

El agua es un factor muy importante para las múltiples actividades de los seres humanos, se emplea tanto en la producción de cultivos agrícolas, como en la rama industrial, ganadera, forestal y de servicios domésticos. De las primeras, la agricultura es la que más agua emplea, se estima que el gasto fluctúa entre 70% y 80% del agua dulce disponible, y se estima mundialmente que 70% de toda el agua que se extrae de acuíferos, ríos y lagos está destinada a la agricultura, comparado con 20% por parte de la industria y 10% para usos domésticos (FAO, 2014). La producción de alimentos con menor cantidad de agua empleada es una prioridad para la sociedad de cara al futuro si desea seguir produciendo la suficiente cantidad de alimentos para una creciente población mundial (Tubiello *et al.*, 2007; Nelson *et al.*, 2009; Ortiz, 2012; Cline, 2007). Los principales desafíos para la agricultura en este siglo serán mejorar el acceso a los alimentos, incrementar su oferta, mejorar su distribución y capacidad de recuperación del sistema alimentario, eliminando en forma gradual las extracciones de agua no sostenibles (Foley *et al.*, 2011). La disminución de los niveles de aguas subterráneas y los costos crecientes de energía que demanda su extracción producirán un aumento en los costos de la actividad agropecuaria (Ortiz, 2012). La adaptación de la agricultura al cambio climático debe considerar el aumento en la temperatura, épocas cortas de cultivo, escasez de agua y el impacto que estos factores tienen: a nivel global, a nivel nacional y sobre cada parcela dedicada a la producción agrícola (Rodríguez Vargas, 2007). Aunado a la problemática de la disponibilidad y poca eficiencia en el uso del agua, existen suelos en la región con escasa disponibilidad de nutrientes elementales como nitrógeno, fósforo y potasio, que influyen de manera directa en el rendimiento de los cultivos, a pesar de la importancia que representa para los productores el contar con dosis adecuadas de fertilización, existen pocas investigaciones que muestren una aplicación correcta, máxime que los nuevos sistemas de producción bajo condiciones de riego por goteo requieren de dosis adecuadas de fertilización, ya que las aplicaciones que actualmente se realizan en fertirrigación están en función de las etapas fenológicas de los cultivos y manejo sustentable del agua. En un escenario de escasez de agua y alimentos, es necesario evaluar y adoptar nuevas tecnologías de riego y nutrición vegetal donde el principal indicador para su adopción sea la productividad del agua (PA) expresada como kg de materia seca (MS) por m³ de agua aplicada, kg mm⁻¹ o g por unidad de superficie por mm de agua (g m² mm⁻¹)

(Howell *et al.*, 1998; Marozzi *et al.*, 2005). En los distritos de riego en México este indicador para el periodo de 1994 a 2008 fue menor a 1.6 kg m³ (CONAGUA, 2010). Por lo anterior, la adaptación de la agricultura a los cambios climáticos, a la escasez de agua, la necesidad de producir mayor cantidad de alimentos y el aumento probable de las sequías en el mundo, deben considerar el uso más eficiente del agua en la producción de cultivos y junto con la aplicación adecuada de nutrientes garantizar de alguna forma la disponibilidad de alimentos para la cada vez más creciente población en el mundo. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta del maíz elotero (*Zea mays* L.) a cinco dosis de fertilización y determinar la cantidad total de agua y el índice de productividad de la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante el ciclo primavera-verano 2014 en el campo experimental de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (18° 44' 36.30" N y 98° 54' 31.88" O) a 1294 m de altitud (Google Earth, 2014). El clima que predomina es el cálido subhúmedo con lluvias en verano, las precipitaciones entre 720 y 820 mm. La temperatura media anual va desde los 22 °C a 24 °C, con mínima de 16 °C. El mes más cálido es mayo y el más frío enero. El suelo se clasifica como Vertisol con textura arcillosa, son utilizados para la agricultura tanto de riego como de temporal (INAFED, 2012). La preparación del suelo consistió en un barbecho, rastreo y surcado con tracción mecánica. Se surco a una distancia de un metro, donde se colocaron las líneas secundarias de tubería de PVC, se perforo el tubo con broca de 5/8, se colocaron empaques, conectores iniciales, tubo ciego, conectores rápidos, la cintilla y se procedió a probar el sistema para revisar fugas. Posteriormente, se procedió a colocar estacas al final del surco y colocar tapones finales para después amarrarlos y evitar que se movieran las cintillas. Se sembraron dos semillas por mata del híbrido HA7573 en el lugar donde se encontraba el gotero, a una distancia de 30 cm entre plantas, dando una densidad de 66,666 p ha⁻¹. Para controlar malezas presentes antes de la siembra, se aplicó Glifosato a razón de 2.5 L de i.a. ha⁻¹ y para las malezas que pudieran ocasionar un problema posterior al cultivo se aplicó Gesaprim calibre 90 en preemergencia a razón de 2.5 kg de i.a. ha⁻¹ Posteriormente se realizó la aplicación del herbicida Laudis 1 L de i. a. ha⁻¹ para el control de malezas en forma postemergente. La aplicación de agua se realizó mediante el sistema de riego por goteo. El diseño del calendario de

riegos se determinó en base al cálculo de la lámina de riego, con la siguiente fórmula (Chávez, 2010):

$$Lr=(CC-PMP)*Da*Prof.$$

Dónde: Lr =Lamina de riego, cm. CC =Humedad a capacidad de campo (%). PMP =Humedad a punto de marchitez permanente (%). Da =Densidad aparente del suelo (g/cm^3). $Prof.$ =Profundidad radicular (cm).

La capacidad de campo se determinó mediante el Método Chapingo, el valor de la densidad aparente se obtuvo al realizar el método del petróleo (Valle, 1992), mientras que el valor del punto de marchitez permanente se obtuvo dividiendo el valor de la capacidad de campo entre 1.85. Con la finalidad de conocer el volumen de agua a aplicar en el primer riego y alcanzar el 100% de humedad aprovechable, se utilizó la siguiente fórmula:

$$V=L*A*Lr$$

Dónde: V =volumen de agua a aplicar (m^3); L =Longitud del bulbo de humedad en surco (cm); A =Ancho del bulbo de humedad en surco (cm); Lr =Lamina de riego.

Las fórmulas generales de los fertilizantes evaluados fueron: 200N-80P-250P, 180N-75P-225K, 160N-70P-200K, 140N-60P-175K y 120N-50P-150K como tratamientos 1 a 5 respectivamente, aplicándose el fertilizante al momento de regar y de acuerdo con las etapas fenológicas del cultivo: inicial (15N-30P-15K), desarrollo (18N-06P-18K), crecimiento (25N-10P-10K) y producción (13N-06P-40K). Para el control de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) se aplicó Lorsban® a razón de 1 L ha^{-1} . La unidad experimental fue de 20 m^2 con cuatro surcos de cinco metros de largo por un metro de ancho. Las variables respuesta fueron: altura de elote en planta (cm), diámetro de elote (mm), peso fresco de elote (g), rendimiento de elote ($kg\ ha^{-1}$), número de riegos, cantidad de agua aplicada (m^3) e índice de productividad del agua. Para determinar la altura del elote se empleó un estadal y se midió desde la base del tallo hasta el elote principal. Para determinar el diámetro de elote se utilizó vernier electrónico y se midió la parte central del elote. Peso fresco de elote (sin brácteas) al pesar los elotes en una balanza digital. El rendimiento se obtuvo al determinar el peso de los elotes (con brácteas) de la parcela útil y extrapolar

los resultados a una hectárea. Para determinar la cantidad total de agua empleada en el ciclo del cultivo se colocaron recipientes al inicio, parte media y al final del surco, se cuantificaron los números totales de riegos y se multiplicó la cantidad de agua empleada en cada riego y se expresó en metros cúbicos. Para obtener el índice de productividad del agua se dividió el rendimiento obtenido en toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$) entre la cantidad de agua empleada en el cultivo (m^3). Los datos se analizaron bajo un modelo de bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Se hizo análisis de varianza, comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) y ($\alpha=0.01$), con el paquete estadístico Statistical Analysis System versión 9.1 (SAS Institute, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra los valores de los niveles de significancia obtenidos en el análisis de varianza, identificando diferencias altamente significativas ($P\leq 0.01$) para las variables altura de elote (AE), diámetro de elote (DE), peso fresco de elote (PFE) y rendimiento de elote (RE). Lo anterior, indica el efecto que los niveles de fertilización y la aplicación de agua tuvieron sobre algunas variables de respuesta.

La Figura 1, muestra diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados para la variable altura de elote. El mejor tratamiento se logró con la fórmula de fertilización 200-80-250 (T1) la cual presentó una media de 89.14 cm, reduciéndose la altura en los tratamientos dos, tres, cuatro y cinco en un 2.36%, 10.64%, 13.09% y 20.89% respectivamente. Los valores obtenidos en cuanto a la altura de elote concuerdan con los encontrados

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza en maíz elotero A7573 (*Zea mays* L.) primavera-verano 2014.

FV	GL	AE cm	DE mm	PFE g	RE kg
Modelo	8	153.09**	7.07**	1275.60**	5309591.21**
Repetición	4	23.06 NS	6.39**	1217.72**	4261337.8**
Tratamiento	4	283.11**	7.74**	1333.48**	6557844.7**
Error	16	31.20	0.66	123.85	443373.7
CV (%)		6.91	1.84	5.18	4.62

FV=Fuente de variación; GL=Grados de libertad; AE=Altura de Elote; DE=Diámetro de Elote; PFE=Peso Fresco de Elote; NS=No significativo; * Significativo a 5%; **=Significativo a 1%.

por Bahena *et al.* (2008) quienes reportaron datos de 82.92 cm en una evaluación del HA7573 efectuada en riego por goteo y fertirrigación; en tanto que Martínez *et al.* (2006) registró que el elote alcanzó una altura de 100 cm en el híbrido A7573 mediante labranza de conservación. La altura del elote es de enorme

importancia ya que para maíces eloteros una de las características que más buscan los productores es la menor altura del elote en planta, ya que representa una cualidad fenotípica deseada y se encuentra relacionada esta variable con la altura de la planta representando menores pérdidas para el productor debido a que existe poco acame y de esta forma se evitan problemas de pudrición del elote, ataque de plagas como roedores, pájaros y se obtienen elotes con mayor calidad que requieren los diferentes consumidores. Además, de que al presentar altura homogénea facilita el corte de los elotes y representa menor pérdida de tiempo para los cortadores al no doblar la planta para su cosecha y pueda tener un mejor valor en la venta de las plantas como forraje. Estos resultados, también pudieron deberse a que el Híbrido A7573 está adaptado adecuadamente a las condiciones edafoclimáticas que prevalecen en la región de estudio y la buena respuesta a las aplicaciones de agua y nutrientes.

Con relación a diámetro de elote, la Figura 2, indica diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos evaluados ($P \leq 0.01$). El mayor diámetro de elotes se alcanzó con la fórmula 200-80-250 (T1) el cual presentó una media de 45.75 mm superando en un 2.5%, 3.3%, 5.5% y 6.6% a los tratamientos 1, 3, 4 y 5 respectivamente. Lo anterior se sugiere como efecto del potasio por ser un elemento de gran importancia para obtener buenos rendimientos en los cultivos, ya que interviene en la regulación hídrica de la planta, acumulación-

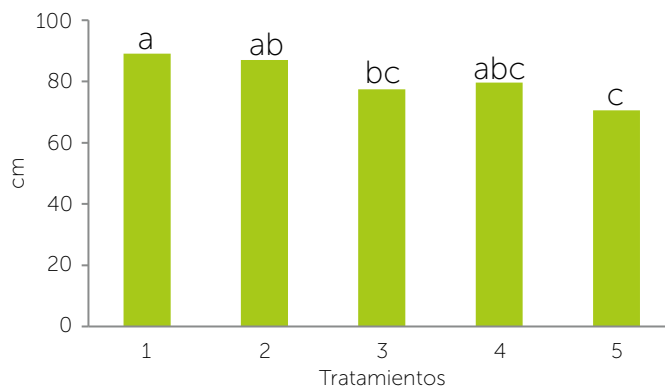


Figura 1. Efecto de niveles de fertilización y cantidad de agua sobre altura de elote en maíz (*Zea mays L.*) híbrido A7573.

translocación de los nuevos carbohidratos formados, producción de proteínas, raíces y tallos fuertes, así como el tamaño y calidad de los granos, luego entonces, al aplicar mayores niveles de potasio con cantidades adecuadas de agua, existe una mayor disponibilidad de este nutriente para la planta de maíz cultivado en fertirrigación, ya que se utiliza una aplicación continua de este elemento durante el crecimiento de las plantas y se encuentra disponible en el momento de la formación y desarrollo del grano, favoreciendo una adecuada respuesta en cuanto al diámetro de elotes. Estos valores coinciden con lo reportado por Torres *et al.* (2013) quienes encontraron diámetros de entre 4.7 y 5.6 cm en elotes criollos sometidos a diferentes dosis de fertilización. Mientras que Bahena *et al.* (2008), reportaron diámetros de elote del híbrido A7573 de 5.93 cm bajo condiciones de fertirrigación, en tanto que Sánchez *et al.* (2013) reportaron valores de 4.1 a 5.5 cm en el híbrido A7573 en condiciones de riego.

Peso fresco de elote (PFE)

Los resultados obtenidos del análisis de varianza para la variable peso fresco de elote, sin brácteas (Figura 3), con diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$). El mayor peso en promedio de diez elotes se obtuvo en el tratamiento 2 con 232.96 g, superando en un 3.96% al tratamiento 1, por 5.79% al tratamiento 3, en un 11.79% al tratamiento 4 y 17.85% al tratamiento 5. Estos resultados se deben probablemente a que el potasio es un elemento

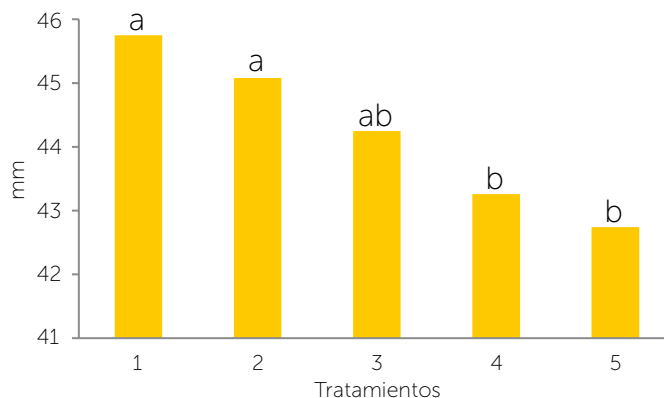


Figura 2. Efecto de los niveles de fertilización y cantidad de agua sobre diámetro de elote (*Zea mays L.*) híbrido A7573.

que favorece la fotosíntesis de las plantas, diversos estudios señalan que el maíz requiere de hasta 270 kg ha⁻¹ de potasio para obtener rendimientos de hasta 10 t de grano. Además, el potasio reduce el número de plantas estériles por hectárea y aumenta el número de mazorcas por planta, número de granos por

mazorca y el peso de los granos. El potasio junto con niveles adecuados de Nitrógeno y Fósforo influye significativamente en la polinización, formación de granos y en mayor peso de los elotes alcanzando una mejor calidad y precio en el mercado. Además, el potasio activa más de 60 sistemas enzimáticos, promueve la síntesis, translocación y almacenamiento de carbohidratos y optimiza la regulación hídrica en los tejidos vegetales, igualmente interviene en la promoción del crecimiento radicular, resistencia a la sequía, a las heladas, además, existe una excelente interacción entre el potasio y el nitrógeno lo que eleva de manera significativa los rendimientos en los cereales (IPI, 2010).

Con relación a rendimiento de elote, la Figura 4 muestra diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$). El mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento 2 con 15.55 t ha^{-1} superando en un 33% al promedio nacional que es de 11.71 t ha^{-1} y un 34.39% al promedio estatal de 11.57 t ha^{-1} (SIAP-SAGARPA, 2013). Estos resultados coinciden con los reportados en trabajos efectuados en forma experimental por el INIFAP (2001) quienes reportaron 16 t ha^{-1} de elote en un solo corte o cosecha. Mientras que Fernández *et al.* (2014) obtuvieron rendimientos de hasta 19 t ha^{-1} en el estado de Chiapas, México, con el híbrido A7573. Estos rendimientos se deben a que es el híbrido elotero que se ha adaptado adecuadamente a las condiciones de suelo y medio ambiente de la región. Es el de mayor preferencia por los productores debido a características de tamaño, color, sabor, peso, número de granos, tamaño de grano y mayor número de hileras además de su precocidad, lo que hace que este elote presente una gran demanda por los consumidores.

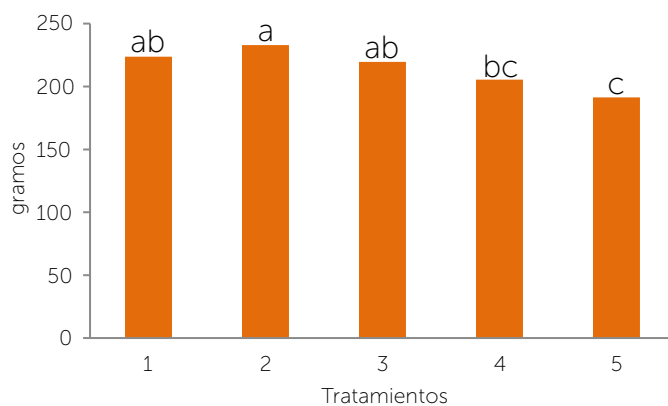


Figura 3. Efecto de los niveles de fertilización y cantidad de agua sobre peso fresco de elote (*Zea mays* L.) híbrido HA7573.

por goteo existe un ahorro significativo de agua en la producción, ya que al ser aplicada de acuerdo con las etapas fenológicas del cultivo, solo se emplea la necesaria para sustituir la evapotranspiración generada durante el día y es aplicada directamente a las raíces de la planta, existe poca competencia con malezas al reducir el área de mojado, se aprovechan mejor los nutrientes, se reduce la salinidad y por lo tanto se aumenta la calidad y rendimiento de los cultivos. Por otro lado, el riego por goteo permite la aplicación más precisa de los nutrientes, reduce el costo de fertilizantes y contaminación. El sistema de riego por goteo evita que se tenga una elevada evaporación del agua del suelo ya que se aplica en pequeños caudales pero en forma constante, además incrementa los rendimientos de los cultivos y reduce el tiempo de cosecha ya que al combinarse con épocas de alta intensidad lumínica favorece la fotosíntesis. Estos resultados coinciden con los reportados por la FAO (2002) en un trabajo realizado en Cabo Verde donde el nuevo sistema de riego por goteo incrementó la producción de hortalizas y ahorró de agua, permitiendo la expansión de la superficie bajo riego y de la intensidad de cultivo.

Por su parte, González *et al.*, (2010) aplicaron $266,8 \text{ m}^3$ en un cultivo de maíz sembrado en suelos rojos en Cuba.

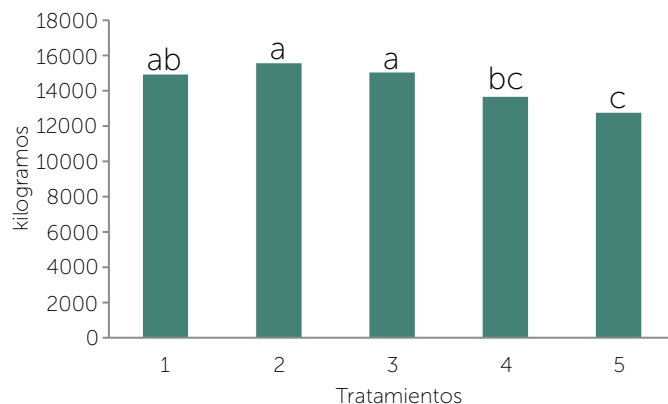


Figura 4. Resultados obtenidos en rendimiento de elote (*Zea mays* L.) híbrido HA7573 por tratamiento.

Cantidad total de agua utilizada

La cantidad total de agua aplicada para producir elotes distribuida en 50 riegos desde el momento de la siembra hasta el momento de la cosecha, fueron 108.76 m^3 , en una parcela de 500 m^2 , equivalente a $2,175.2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Estos resultados indican que en el sistema de riego

Índice de productividad del agua

En cuanto al índice de productividad del agua existieron diferencias entre la eficiencia del agua aplicada de acuerdo con los tratamientos

evaluados, y el mayor índice de productividad del agua se obtuvo en el tratamiento 2 (180-75-225) con 143 kg de elotes producidos por cada m^3 de agua utilizado, seguido del tratamiento 3 (160-70-200) con 138.2 kg de elotes por cada m^3 de agua aplicado, mientras que en el tratamiento 1 (200-80-250) se obtuvo un índice de productividad del agua de 137.1 kg de elotes producidos, el tratamiento 4 (140-60-175) con 125.6 kg de elotes y finalmente en tratamiento 5 (120-50-150) con 117 kg de elotes por cada m^3 de agua utilizado. Lo anterior demuestra que con la combinación del riego por goteo y aplicación de nutrientes en la época adecuada de crecimiento de las plantas se puede ahorrar agua y se incrementan los rendimientos por cada litro de agua empleado. Resultados similares fueron reportados por Zarco *et al.* (2005) quienes al mantener la humedad aprovechable por medio del riego por goteo en 60% incrementaron el rendimiento, en contraste con las plantas sometidas a sequía y que en maíz para grano se obtuvo una productividad de agua de 16.43 kg m^{-3} con 266.8 m^3 de agua empleada. Sin embargo, deben considerarse las diferentes condiciones climáticas y el manejo del riego. Puesto que, por cada metro cúbico de agua total aplicada, el maíz produce como promedio 1.93 kg, mientras que, en muchos países de África los rendimientos han sido inferiores a las 2.0 t ha^{-1} y baja productividad de 1 kg m^{-3} (Liu *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

El uso de dosis adecuadas de fertilizantes aplicados al sistema de riego por goteo de acuerdo con las etapas fenológicas del cultivo de maíz HA7573 se obtiene un mayor rendimiento y buena calidad de elote.

Con el empleo del sistema de riego por goteo se ahorra agua en un rango de entre 70% y 90% en la producción de elote. En cuanto al índice de productividad del agua obtenido en este estudio muestra que es posible aumentar la cantidad de kilogramos de elote por cada metro cúbico de agua empleado generando beneficios económicos y ambientales al productor.

LITERATURA CITADA

- Bahena D.G., Vázquez S.J.M., Domínguez Q.M., Jaime H.M.A., Venado C.R., Vázquez D.M.R. 2008. Evaluación de genotipos de maíz elotero (*Zea mays* L) en México. Agricultura Revista Agropecuaria, 903, 46-51.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2010. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2008-2009. Edición 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (ed). México, D. F. 323 p.
- Contijoch E.M. 2001. Perspectivas de la Irrigación Hacia el 2025. Memorias del 6° Simposium Internacional de Fertilización. Morelia, Michoacán, México.
- Cline W.R. 2007. Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country. Washington D.C.: Center for Global Development y Peterson Institute for International Economics.
- Foley J.A.N., Ramankutty K.A., Brauman E.S., Cassidy J.S., Gerber M., Johnston N., Mueller D. 2011. Solutions for a cultivated planet. Nature 478: 337-42.
- Fernández G.I., Jaramillo V.J.L., Hernández G.J.A., Cadena I.P. 2014. Evaluación agronómica y sensorial de ocho genotipos de maíz (*Zea mays* L.) para la producción de elote. Rev. Agroproductividad. Vol. 7. No. 6. pp. 47-51.
- González R.F. Herrera P.J., López S.T. 2010. Productividad del agua en maíz, soya y sorgo en suelo Ferralítico Rojo del sur de La Habana. Rev Cie Téc Agr [online]. vol.19, n.1 Howell, T. A., A. J. Tolk., A. D. Schneider, and R. S. Evett. 1998. Evapotranspiration, yield, and water use efficiency of corn hybrids differing in maturity. Agron. J. 90: 3-9.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2001. El cultivo de maíz para elote en la zona media de San Luis Potosí. Folleto para productores No. 26.
- International Potash Institute (IPI). 2010. El rol del Potasio en la Producción Agrícola. Basel, Switzerland.
- LIU J., Zehnder A.J.B., YANG H. 2008. Drops for crops: modelling crop water productivity on a global scale, Global NEST Journal, 10(3): 295-300.
- Martínez G. M.A., Jasso C.C., Hernández A.J.A. 2006. Producción de maíz elotero con un enfoque de agricultura de conservación en la zona media de San Luis Potosí. INIFAP-CIRNE. Campo experimental San Luis. Folleto para productores No. 42. INIFAP, San Luis Potosí, México. 21 p.
- Morozzi D.G., Debortoli G.D., Méndez M., Currie H. 2005. Determinación de algunos indicadores de rendimiento en el cultivo de maíz bajo dos sistemas de riego. In: Memoria Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. República Argentina.
- Nelson G.C., Rosegrant M.W., Koo J., Robertson R., Sulser T., Zhu T., Lee, D. 2009. Cambio climático: el impacto en la agricultura y los costos de adaptación. IFPRI.
- Ortiz R. 2012. El cambio climático y la producción agrícola. Banco Interamericano de Desarrollo. Unidad de Salvaguardias Ambientales (VPS/ESG). Notas técnicas. ESG-TN-383.
- FAO. 2002. Agua y cultivos. Logrando el uso óptimo del agua en la agricultura. Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.
- FAO. 2014. Reutilizando el agua para alimentar al mundo. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Vitacura Santiago de Chile.
- Ortiz R. 2012. El cambio climático y la producción agrícola. Banco Interamericano de Desarrollo. Nota Técnica, 383, 35.
- Rodríguez V.A. 2007. Cambio climático, agua y agricultura. ComunICA 1 (II Etapa): 13-23.
- Sánchez H.M.A., Aguilar M.C.U., Valenzuela J.N., Joaquín T.B.M., Sánchez H.C. 2013. Rendimiento en forraje de maíces del trópico húmedo de México en respuesta a densidades de siembra. Revista Mexicana Ciencias Pecuarias, 3, 271-288.
- SIAP. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2013. Anuario estadístico de la producción agrícola. México, D. F.
- Torres O.E., López P.A., Muñoz G.A., Guerrero R.J. de D., Sánchez L.H., Gaytán T.O. R., Guzmán H.J.A., Valadez R.M. 2013. Rendimiento y calidad de elote en poblaciones nativas de maíz de Tehuacán, Puebla. Revista Chapingo serie horticultura, 2, 225-238.
- Tubiello F.N., Soussana J.F., Howden S.M. 2007. Crop and pasture response to climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences 104: 19686-90.
- Zarco P.E., González V.A., H, López P.M.C., Salinas M. 2005. Marcadores fisiológicos de la tolerancia a sequía en maíz (*Zea mays* L.) Agrociencia 39:517-528.

CONTROL BIOLÓGICO DE FITOPATÓGENOS MEDIANTE AISLADOS DE *Trichoderma* spp.

BIOLOGICAL CONTROL OF PHYTOPATHOGENS THROUGH *Trichoderma* spp. ISOLATES

Martínez-Padrón, H.Y.¹; Osorio-Hernández, E.O.^{1*}; Estrada-Drouaillet, B.¹; López-Santillán, J.A.¹; Varela-Fuentes, S.E.¹; Torres-Castillo, J.A.²

¹División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Adolfo López Mateos, Cd. Victoria, Tamaulipas, México. Tel. y Fax 01 (834) 318-1721 Ext. 2124. ²Instituto de Ecología Aplicada. Universidad Autónoma de Tamaulipas, División del Golfo 356, Col. Libertad, C.P. 87029, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

*Autor para correspondencia: eosorio@docentes.uat.edu.mx

RESUMEN

El control biológico es un aspecto demandante en la ciencia, debido a la gran cantidad de fitopatógenos que causan pérdidas económicas en cultivos agrícolas. Entre los organismos reportados como causantes de enfermedades se encuentran hongos, bacterias, nematodos y virus. Sin embargo, en la naturaleza existen especies de hongos y bacterias que ejercen biocontrol sobre algunos de éstos; destacando hongos del género *Trichoderma*, el cual induce un efecto antibiótico mediante la activación de diversos mecanismos de acción mediante producción de enzimas, micoparasitismo, competencia por espacio y nutrientes, además de estimular el crecimiento de la raíz, la altura y peso de la planta. Todas estas propiedades le confieren características idóneas para su implementación, debido a su rápido crecimiento y adaptabilidad, permitiéndolo habitar en diversos tipos de suelo por su plasticidad ecológica. Por lo anterior, se describen los diferentes mecanismos de acción que posee el género *Trichoderma*, así como los estudios que se han realizado para demostrar el uso de metabolitos que posee sobre distintos fitopatógenos que afectan a los cultivos agrícolas.

Palabras clave: Fitopatógenos, antagonismo, control de plagas, mecanismos de acción.

ABSTRACT

Biological control is a demanding aspect in science, due to the large number of phytopathogens that cause economic losses in agricultural crops. Among the organisms reported as disease causing, there are fungi, bacteria, nematodes and viruses. However, in nature there are species of fungi and bacteria that exert biocontrol on some of these, with fungi from the genus *Trichoderma* standing out, which induces an antibiotic effect through the activation of various action mechanisms through the production of enzymes, microparasitism, competition over space and nutrients, in addition to stimulating root growth, height and weight of the plant. All of these properties give them ideal characteristics for their implementation, due to their rapid growth and adaptability, allowing them to inhabit various types of soil because of their ecological plasticity. Because of this, the different action mechanisms of the *Trichoderma* genus are described, as well as the studies that have been carried out to demonstrate the use of metabolites it has over different phytopathogens that affect agricultural crops.

Keywords: Phytopathogens, antagonism, pest control, action mechanisms.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 3, marzo, 2017, pp: 9-14.

Recibido: Septiembre, 2016. **Aceptado:** Febrero, 2017.

INTRODUCCIÓN

La producción masiva de plantas a través de los monocultivos incrementa la disponibilidad de espacios clave para que algunos microorganismos los colonicen y afecten la productividad del agroecosistema, tal como los hongos fitopatógenos, entre los que destacan los géneros *Fusarium*, *Aspergillus* y *Penicillium*, unos de los principales grupos de importancia fitosanitaria y los cuales han sido objeto de control en campo mediante el uso agroquímicos. Sin embargo, el uso de agentes químicos ha propiciado la aparición de problemas ambientales, de salud y aunado a esto la aparición de resistencias genéticas, debido a esto se ha considerado necesaria la implementación de opciones alternas que contribuyan al control de dichos agentes, como es el caso del control biológico (Naeini *et al.*, 2010; Gajera *et al.*, 2013). El control biológico de fitopatógenos se basa en la utilización de microorganismos antagonistas presentes en la microbiota del suelo capaces de disminuir la actividad del agente fitopatógeno, como parte del manejo integrado de enfermedades de plantas, lo cual hace necesario el conocimiento de los microorganismos benéficos y sus mecanismos de acción (Pal y McSpadden, 2006). En la presente década se ha implementado el uso de agentes biológicos como una de las estrategias con mayor aceptación por los productores, ya que no solo se realiza un control y prevención, sino que se incrementa la diversidad del agroecosistema; lo cual, genera que los fenómenos de regulación ecológica mantengan controlados a las poblaciones de fitopatógenos y por ende conduce a la disminución enfermedades en los cultivos (Michel-Aceves *et al.*, 2001). Los microorganismos que se han implementado para el control biológico pertenecen a los géneros *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Trichoderma*, *Streptomyces*, etc. (Cano, 2011). Diversos estudios han demostrado la efectividad de las especies del género *Trichoderma* debido a sus diferentes mecanismos de acción, tales como micoparasitismo, competencia por espacio, antibiosis e inducción a resistencia sistémica (Gajera *et al.*, 2013).

Caracterización del género *Trichoderma*

Trichoderma según Jaklitsch *et al.* (2006) pertenece al Reino Mycetae (Fungi), División Eumycota, Subdivisión Ascomycotina, Clase Euascomycetes, Orden Hypocreales, Familia Hypocraceae. Son hongos anaerobios facultativos y se encuentran distribuidos alrededor del mundo colonizando material celulósico y la rizósfera de las plantas (Schimoll *et al.*, 2010; Martínez *et al.*, 2013; Bissett *et al.*, 2015). El género *Trichoderma* se caracteriza por presentar coloración blanca-verde-amarillosa en el medio de cultivo, sin embargo en el anverso presenta una coloración amarilla, ámbar o amarilla-verdosa. Entre sus características microscópicas se observan tres tipos de propágulos denominados hifas, clamidosporas y conidios hialinos no verticilados. Las clamidosporas tienden a ser globosas a subglobosas, terminales a intercalares de tono verde y menores a 15 μm de diámetro, los conidios tienen de 2 a 3 μm de diámetro en promedio son redondos o de forma ovoide, lisos y se observan hialinos o de color verde brillante al microscopio (Chaverri *et al.*, 2003). *Trichoderma* posee diversos mecanismos de acción entre los que destacan, el micoparasitismo, la competencia por espacio, antagonismo y antibiosis (Gajera *et al.*, 2013), además de inducir una serie de mecanismos de de-

fensa fisiológicos y bioquímicos en la planta, debido a que producen diversos compuestos para la inducción de resistencia, eliminación de toxinas excretadas por patógenos y la desactivación de enzimas de estos durante el proceso de infección y la solubilización de elementos nutritivos, que en su forma original no son accesibles para las plantas, dichos procesos le confieren al antagonista una característica adicional en su utilización en campo (Vera *et al.*, 2002). También posee la capacidad de estimular el crecimiento de la planta y producir auxinas que están relacionadas al desarrollo del sistema radical que aumenta la tolerancia de la planta al estrés (Mukherjee *et al.*, 2013). Dichos efectos se han observado en la colonización de *T. virens* en la rizósfera del maíz, el cual induce a un aumento en la tasa de la fotosíntesis, así como en los niveles de captación de CO_2 en las hojas (Vargas *et al.*, 2009). Estudios de Mastouri *et al.* (2010) reportaron aumento en la germinación de semillas de tomate al ser estas tratadas con *T. harzianum*, este mismo efecto es observado en otras plantas debido a la simbiosis que establecen con especies de *Trichoderma* (Vadassery *et al.*, 2009).

Efecto antagónico de *Trichoderma*

Todo organismo que se opone de alguna manera a la acción, presencia o supervivencia de otro, se considera como un antagonista (Infante *et al.*, 2009). *Trichoderma* es uno de los antagonistas más utilizados en campo debido a que posee diferentes mecanismos de acción para el control de fitopatógenos, además de proporcionar a la resistencia sistémica de la planta hospedera (Howell, 2006). Estudios realizados por Infante *et al.* (2009), han demostrado los efectos positivos de

Trichoderma sobre plantas, debido a que induce la resistencia sistémica o localizada debido a la producción de una rica mezcla de enzimas antifúngicas como quitinasas y β -1, 3 glucanasas, relacionadas a la lisis de la pared celular fúngica, las cuales actúan de forma sinérgica con otras enzimas para potenciar los efectos perjudiciales sobre los hongos fitopatógenos. Estos hongos colonizan la epidermis de la raíz y capas externas corticales, liberando compuestos volátiles como etileno, alcoholes, aldehídos, cetonas, y compuestos no volátiles como péptidos, destacando la molécula λ -aminoácido-oxidasa, de la cual se ha comprobado que inhibe el crecimiento del micelio de *Rhizoctonia solani* (Yang *et al.*, 2011). Diversos estudios han reportado casos exitosos donde *Trichoderma* es capaz de ejercer biocontrol sobre diversos fitopatógenos que colonizan plantas de interés económico, entre los que se encuentran; *Rhizoctonia solani* (Montealegre *et al.*, 2010; Yang *et al.*,

2011), *Phytophthora infestans* (Kerroum *et al.*, 2015), *Fusarium fujikuroi* (Ng *et al.*, 2015), *Pestalotia theae*, *Fusarium solani*, *Colletotrichum gloeosporioides* MTCC 3439, *Colletotrichum lindemuthianum* MTCC 8474, *Colletotrichum capsici* MTCC 3414, *Curvularia senegalensis* MTCC 8463 y *Alternaria alternata* MTCC 8459 (Naglot *et al.*, 2015). Estudios desarrollados por Osorio *et al.* (2014) revelaron la efectividad de las enzimas quitina, y glucanasa producidas por *Trichoderma asperellum* (T9), *T. virens* (T6), *T. gamsii* (T13), *T. longibrachiatum* (T19) en el control de *F. oxysporum* (Figura 1), donde el aislado T19 produce quitina y glucanasa observándose la reducción del área de crecimiento de *Fusarium* en presencia de dichos compuestos. Es importante mencionar que las enzimas de los aislados T13, T19, y T6 aunque no detienen el crecimiento de *Fusarium*, este no desarrolla la pigmentación propia del fitopatógeno como se muestra en el testigo.

Antagonismo, competencia por espacio y nutrientes

El efecto antagónico puede manifestarse en forma de antibiosis, lisis, reacciones inmunológicas, competencia, micoparasitismo y depredación; siendo los más importantes en el control biológico de fitopatógenos el hiperparasitismo, la antibiosis y la competencia (Pal y McSpadden, 2006). El antagonismo es un fenómeno que se observa en microorganismos de suelo y en rizósfera, los antagonistas producen antibióticos, los cuales actúan en competencia por nutrientes o inducen resistencia en el hospedero (Infante *et al.*, 2009). *Trichoderma* spp., ejerce un efecto de antagonismo sobre diversos patógenos entre los que destacan *Phytophthora capsici*, *P. aphanidermatum*, *R. solani* y *A. niger* (Kumar *et al.*, 2008; Bhale *et al.*, 2013; Osorio *et al.*, 2014). El antagonismo se ve favorecido por las características del agente de control biológico, entre las que destacan la adaptabilidad ecológica, velocidad

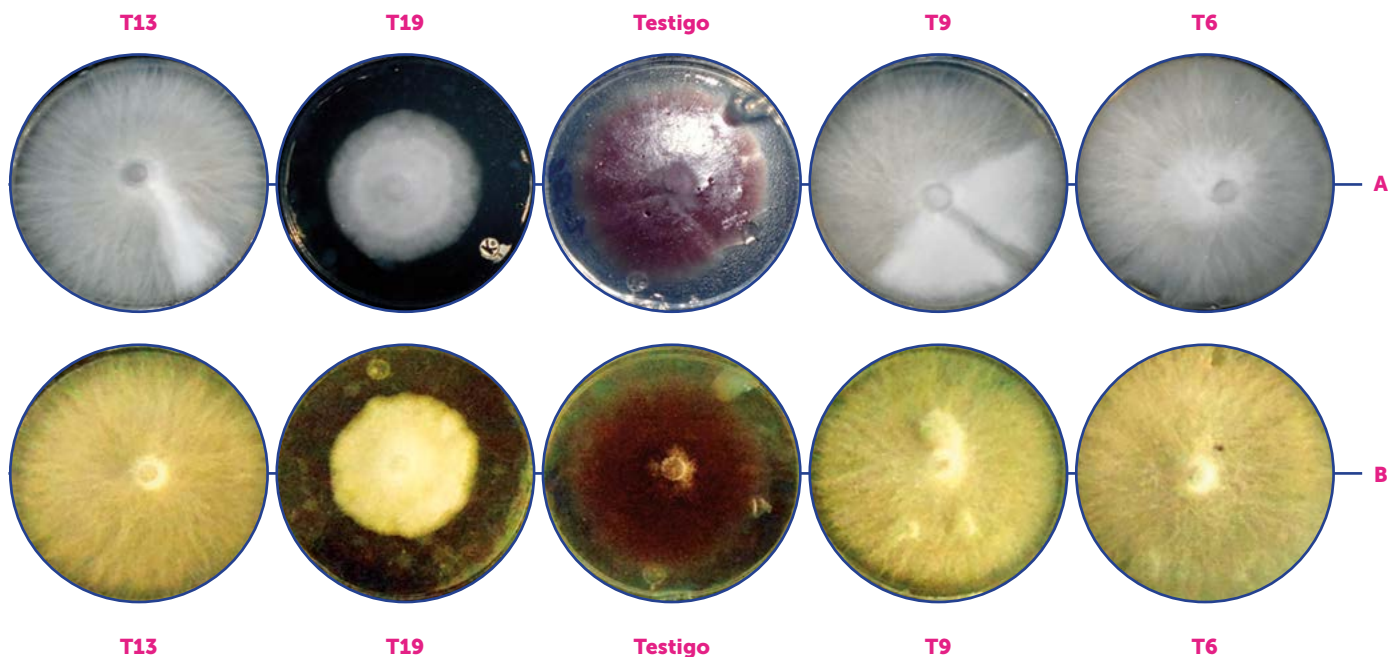


Figura 1. Efectividad de la inhibición del crecimiento de *Fusarium oxysporum* en presencia de quitina (A) y glucanasas (B) extractos producidos por diferentes cepas de *Trichoderma*.

de crecimiento y desarrollo (Fravel, 2005). Muchas especies de *Trichoderma* spp., están biológicamente adaptadas para una colonización agresiva de los sustratos y en condiciones adversas para sobrevivir (Reza *et al.*, 2013), por lo cual, presenta rápida velocidad de crecimiento, abundante esporulación y producción de sustratos sobre los que puede crecer debido a la riqueza de enzimas que posee, hacen que sea muy eficiente como saprófito y aún más como agente de control (Harman *et al.*, 2004). La competencia por nutrientes puede ser por fuentes de nitrógeno, carbohidratos no estructurales (azúcares y polisacáridos como almidón, celulosa, quitina, laminarina, y pectinas), los cuales desempeñan un papel importante en el desarrollo del hongo (Stefanova *et al.*, 1999, Infante *et al.*, 2009). Las especies de *Trichoderma* poseen la capacidad de identificar la presencia del hospedante debido a que este produce moléculas volátiles, por lo que se genera un crecimiento acelerado en dirección del patógeno como respuesta al estímulo químico (Infante *et al.*, 2009). Debido a esto, se tiene conocimiento que especies del género *Trichoderma* son efectivas solo contra patógenos específicos, por lo que el conocimiento de esta especificidad condujo a la idea de que el reconocimiento molecular entre *Trichoderma* y el hospedante es el evento esencial que da lugar al proceso antagonista. El reconocimiento se realiza a través de interacciones entre lectinas y carbohidratos de superficie celular. Las lectinas son glicoproteínas, las cuales aglutinan células y están involucradas en las interacciones entre los componentes de la superficie de las células y su ambiente extracelular (Chet y Benhamou, 1998). Amarás-Sánchez *et al.* (2012) han confirmado el efecto antagónico de *Trichoderma* sobre *P. cinnamomi* debido a que presentaron mecanismos de competencia por espacio y micoparasitismo. La activación del mecanismo de competencia por espacio y nutrientes de *Trichoderma* contra *Fusarium*, lleva consigo el incremento en la producción micelio con el fin de limitar la obtención de nutrientes del medio al fitopatógeno, por lo que éste no se llega a desarrollar en su totalidad (Figura 2).

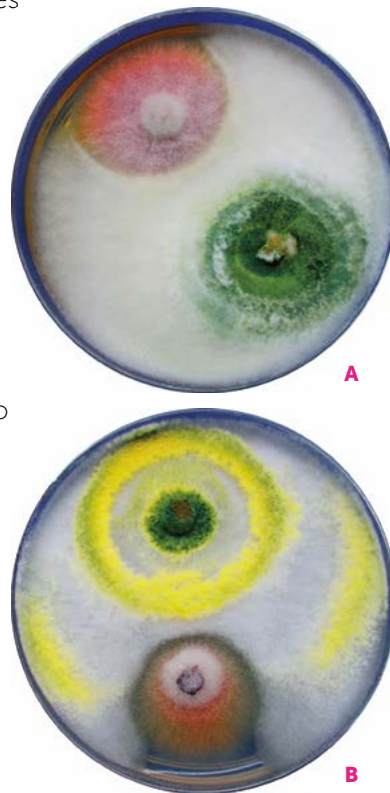


Figura 2. Efecto antagónico de aislados de *Trichoderma* frente a *Fusarium*. (A) El aislado de *Trichoderma* cubre tres cuartas partes de la caja, mientras que el aislado de *Trichoderma* (B) no rodea completamente al fitopatógeno.

Antibiosis de *Trichoderma*

La antibiosis es la acción directa de metabolitos tóxicos producidos por un microorganismo sobre otro sensible a éstos (Mohd *et al.*, 2013). Muchas cepas de *Trichoderma* producen metabolitos, los cuales son moléculas orgánicas e inorgánicas que se generan durante las reacciones bioquímicas en el metabolismo celular. En el género *Trichoderma* se han reportado metabolitos secundarios volátiles y no volátiles, algunos de los cuales inhiben el

desarrollo de otros microorganismos con los que no hacen contacto físico (Mukherjee *et al.*, 2013). Tales sustancias inhibitoras son consideradas "antibióticos" (Infante *et al.*, 2009). Dennis y Webster (1971) determinaron que *Trichoderma* produce compuestos como gliotoxina, viridina, trichodermina, suzukacilina, alameticina, dermadina, trichotecenos y trichorzianina. Por otra parte Infante *et al.* (2009) informaron la presencia de metabolitos no volátiles con actividad antifúngica en cuatro aislamientos de *Trichoderma* y concluyeron que los mismos reducen el crecimiento micelial de *P. nicotianae* y *R. solani* en medios de cultivo con filtrados líquidos donde se habían cultivado las cepas antagónicas. Dal Bello *et al.* (1997) mencionan que *Trichoderma* posee capacidad para sintetizar fungistáticos volátiles, dichos componentes son; dióxido de carbono, etanol, acetaldehído, acetona, propanol, isobutanol e isopentanol, los

cuales en diferentes concentraciones intervienen en la regulación del mecanismo fungistático. También Osorio-Hernandez *et al.* (2011), reportaron la producción de gliotoxinas, viridina, trichodermina, furanona y 6-pentil α pirona, metabolitos no volátiles en cepas de *T. asperellum* y *T. hamatum* que inhiben el crecimiento de *P. capsici*, donde el crecimiento normal del aislado de *P. capsici*, cubre en su totalidad la caja Petri (A), por otra parte en el medio que contiene metabolitos no volátiles (B) producidos por *T. asperellum* y *T. hamatum*, se observa la inhibición del crecimiento del fitopatógeno en un 60% aproximadamente (Figura 3).

Micoparasitismo e Inducción de resistencia en plantas por *Trichoderma*

El micoparasitismo es la acción de un microorganismo parasitando a otro y puede ser definido como una simbiosis antagónica entre organismos, donde el antagonista utiliza como alimento al fitopatógeno (Atanasova *et al.*, 2013). El micoparasitismo puede ocurrir mediante la penetración, engrosamiento de las hifas, producción de haustorios y desorganización del contenido celular (Vinale *et al.*, 2008). Generalmente, están implicadas enzimas líticas extracelulares tales como β -1-3-glucanasa, quitinasa, proteasa y celulasa, las cuales son el paso clave para la degradación de la pared celular del patógeno durante el mico parasitismo (Ibarra-Medina *et al.*, 2010). Por tal motivo, *Trichoderma* se ha reportado como mico parásito de un gran número de hongos fitopatógenos al atacar y producir la lisis de micelio y también de esclerocios de hongos (Correa *et al.*, 2007).

La inducción de resistencia sistémica en el hospedero es uno de los mecanismos indirectos de *Trichoderma* de mayor interés en el campo (Mukherjee *et al.*, 2013); dicho proceso involucra cambios celulares en el hospedero, tales como el aumento de depósitos de calosa en el interior de la pared celular y aumento en la actividad de peroxidasas y quitinasas (Harman, 2006). Otros procesos relacionados con la inducción sistémica contra patógenos del suelo, tal como *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* son el confinamiento, la inhibición del patógeno y los cambios histológicos en el hospedero (Hermosa *et al.*, 2004). Se ha demostrado que algunas especies de *Trichoderma* inducen el desarrollo de la planta y propician en ellas mecanismos de defensa contra patógenos (Vinale *et al.*, 2006; Jaimes *et al.*, 2008) y además tiene la capacidad de estimular el desarrollo de tejidos meristémicos primarios, los cuales están relacionados a la germinación, altura, peso de la planta y raíz, reflejándose en la planta como aumento a la tolerancia por estrés (Cupull *et al.*, 2003; Harman, 2004; Vinale *et al.*, 2008).

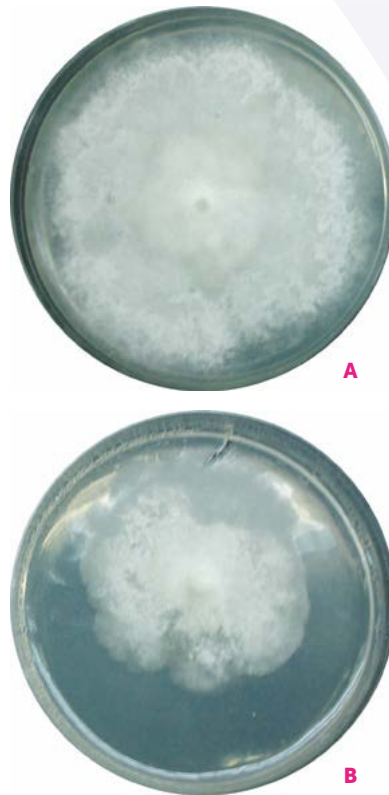


Figura 3. Efecto de antibiosis de *Trichoderma* sobre *P. capsici* (A) Testigo y (B) *P. capsici* con metabolitos no volátiles producidos por *Trichoderma*.

CONCLUSIONES

La generación del conocimiento sobre los mecanismos de acción de los diferentes aislados de *Trichoderma*, han demostrado la eficacia de este género en el control de fitopatógenos que causan pérdidas económicas en cultivos de interés, por tal motivo se considera como una opción viable el uso de *Trichoderma* como agente de control. Además de lo anterior, ofrece a la planta una estimulación en el crecimiento, debido a los metabolitos que inducen a la resistencia sistémica y asimilación de nutrientes. La activación de dichos mecanismos depende de factores bióticos y abióticos, tales como, la especie de *Trichoderma*, el hongo antagonista, el cultivo de interés y las condiciones ambientales, el pH, temperatura, disponibilidad de nutrimentos, tipo de sustrato, entre otros. Es de suma importancia conocer y estudiar a fondo la gran variedad de aislados que se encuentran y los mecanismos que

estas poseen para conocer sus ventajas y limitaciones, con el objetivo de generar conocimiento y con ello llevar a combatir diferentes enfermedades en cultivos de interés atenuando el uso de fungicidas químicos.

LITERATURA CITADA

- Almarás-Sánchez A., Alvarado-Rosales D., Tlapal-Bolaños B. Espinoza-Victoria D. 2012. Identificación de hongos antagonistas a *Phytophthora cinnamomi* Rands en bosques de encino del Arrayán, Colima y Tecoanapa, Guerrero. Revista Chapingo 18:341-355.
- Atanasova L., Knox B.P., Kubicek C.P., Druzhinina I.S. Baker S.E. 2013. The polyketide synthase gene *pks4* of *Trichoderma reesei* provides pigmentation and stress resistance. Eukaryot Cell 12:1499-1508.
- Bhale U.N., Wagh P.M., Rajkonda J.N. 2013. Antagonistic confrontation of *Trichoderma* spp. against fruit rot pathogens on Sapodilla (*Manilkara zapota* L.). Journal of Yeast and Fungal Research 4:5-11.
- Bissett J., Gams W., Jaklits W.M., Samuels, G.J. 2015. Accepted *Trichoderma* names in the year 2015. IMA Fungus.
- Cano M.A. 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 14: 15-31.
- Chaverri P., Castlebury L.A., Overton B.E., Samuels G.J. 2003. *Hypocrea/Trichoderma*: species with conidiophore elongations and green conidia. Mycologia 95:1100-1140.
- Chet I. and Benhamou S.H. 1998. Mycoparasitism and lectin enzymes. In: *Trichoderma & Gliocladium: Enzymes, biological control and commercial applications*. G. E. Harman and C. P. Kubicek (eds.) Taylor & Francis Ltd., London, UK. pp:153-152.

- Correa S., Mello M., Ávila R.Z., Minare B.L., Padua R.R., Gómez D. 2007. Cepas de *Trichoderma* spp. para el control biológico de *Sclerotium rolfsii* Sacc. Fitosanidad 11:3-9.
- Cupull S.R., Andréu C.M., Pérez N.C., Delgado P.Y., Cupull S.M. 2003. Efecto de *Trichoderma viride* como estimulante de la germinación, el desarrollo de posturas de cafetos y el control de *Rhizoctonia solani* Kuhn. Centro Agrícola 30:1.
- Dal-Bello G.M., Mónaco C.I., Chávez A.R. 1997. Efecto de los metabolitos volátiles de *Trichoderma hamatum* sobre el crecimiento de hongos fitopatógenos procedentes del suelo. Rev. Iberoam. Micol. 14:131-134.
- Dennis C., Webster J. 1971. Antagonistic properties of species groups of *Trichoderma* production of volatile antibiotics. Transactions of the British Mycological Society 1:57-41.
- Fravel D.R. 2005. Commercialization and implementation of biocontrol. Annu. Rev. Phytopathol. 43:1-23.
- Gajera H., Rinkal D., Patel S., Kapopara M., Golakiya B. 2013. Molecular mechanism of *Trichoderma* as bio-control agents against phytopathogen system—a review. Current Research in Microbiology and Biotechnology 1:133-142.
- Harman G.E. 2006. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. Phytopathology. 96:190-94.
- Harman G.E., Howell C.R., Viterbo A., Chet I., Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species opportunistic, a virulent plant symbionts. Nature Reviews Microbiology 2:43-56.
- Hermosa M.R., Keck E., Chamorro I., Rubio, B., Sanz L., Vizcaino J.A. 2004. Genetic diversity shown in *Trichoderma* biocontrol isolates. Mycol Res. 108:897-906.
- Howell C.R. 2006. Understanding the mechanisms employed by *Trichoderma virens* to effect biological control of cotton diseases. Phytopathology 96:178–180.
- Ibarra-Medina V.A., Ferrera-Cerrato R., Alarcón A., Lara-Hernández M.E., Valdez-Carrasco J.M. 2010. Isolation and screening of *Trichoderma* strains antagonistic to *Sclerotinia sclerotiorum* and *Sclerotinia minor*. Revista Mexicana de Micología 31:53-63.
- Infante D., Martínez, B.; González, N. y Reyes, Y. 2009. Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. Revista de Protección Vegetal. 24:14-21.
- Jaimes, Y. Y.; Moreno, C. A. y Cotes, A. M. 2008. Inducción de resistencia sistémica contra *Fusarium oxysporum* en tomate por *Trichoderma koningiopsis* Th003. Acta biol. Colomb. 14:111–120.
- Jaklitsch, W. M.; Samuels, G. J.; Dodd, S. L.; Lu, B. S. y Druzhinina, I. S. 2006. *Hypocrea rufa/Trichoderma viride*: a reassessment, and description of five closely related species with and without warted conidia. Studies Mycol. 55:135-177.
- Kerroum, F., Karkachi N., Jamal E., Mabrouk K. 2015. Antagonistic effect of *Trichoderma harzianum* against *Phytophthora infestans* in the North-west of Algeria. International Journal of Agronomy and Agricultural Research 6:44-53.
- Kumar R., Singh S., Singh O.V. 2008. Bioconversion of lignocellulosic biomass: biochemical and molecular perspectives. J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 35:377–391.
- Martínez B.I., Infante D., Reyes Y. 2013. *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. Rev. Protección Veg. 28:1-11.
- Mastouri F., Bjorkman T., Harman G.E. 2010. Seed treatments with *Trichoderma harzianum* alleviate biotic, abiotic and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. Phytopathology 100:1213–1221.
- Michel-Aceves A.C., Rebollo-Domínguez O., Lezama-Gutiérrez R., Ochoa-Moreno M.E., Mesina-Escamilla J. C., Samuels G. 2001. Especies de *Trichoderma* en suelos cultivados con mango afectados por "Escoba de bruja" y su potencial inhibitorio sobre *Fusarium oxysporum* y *F. subglutinans*. Rev. Mex. Fitopatol. 19:154-160.
- Mohd J.J., Ahmad N.D., Ahmad T.B., Hussain A., Ahmad M. 2013. Commercial biocontrol agents and their mechanism of action in the management of plant pathogens. International Journal of Modern Plant & Animal Sciences 1:39-57.
- Montealegre J., Valderrama L., Sánchez S., Herrera R., Besoain X., Pérez L.M. 2010. Biological control of *Rhizoctonia solani* in tomatoes with *Trichoderma harzianum* mutants. Electron. J. Biotechnol. 13:1-2.
- Mukherjee P.K., Horwitz B.A., Herrera-Estrella A., Schmoll M., Kenerley C.M. 2013. *Trichoderma* Research in the Genome Era. Annu. Rev. Phytopathol. 51:105–29.
- Naeini A., Ziglari T., Shokri, H., Khosravi A.R. 2010. Assessment of growth-inhibiting effect of some plant essential oils on different *Fusarium* Z isolates. Journal de Mycologie Médicale/ Journal of Medical Mycology 20:174–178.
- Naglot A., Goswami S., Rahman I., Shirmali D.D., Yadav K.K., Gupta V.K., Rabha A.J., Gogoi H.K., Veer V. 2015. Antagonistic Potential of Native *Trichoderma viride* Strain against Potent Tea Fungal Pathogens in North East India. Plant Pathol. J. 31:278-289.
- Naglot L.C., Ngadin, A., Azhari, M., Zahari, N.A. 2015. Potential of *Trichoderma* spp. as Biological Control Agents. Against Bakanae Pathogen (*Fusarium fujikuroi*) in Rice. Asian Journal of Plant Pathology. 9: 46-58.
- Osorio-Hernández E., Hernández-Morales J., Conde-Martínez V., Michel-Aceves A.C., Cibrián-Tovar J., Vaquera-Huerta H. 2014. Biocontrol of *Phytophthora parasitica* and *Fusarium* spp. by *Trichoderma* spp. in *Hibiscus sabdariffa* plants under field and greenhouse conditions. African Journal of Agricultural Research 9:1398-1345.
- Osorio-Hernández E., Hernández-Castillo F.D., Gallegos-Morales G., Rodríguez-Herrera R., Castillo-Reyes F. 2011. In-vitro behavior of *Trichoderma* spp. against *Phytophthora capsici* Leonian. African Journal of Agricultural Research 6:4594-4600.
- Pal K.K., McSpadden G.B. 2006. Biological Control of Plant Pathogens. The Plant Health Instructor 1117-02.
- Reza S., Mo M., Samimi Z. 2013. Evaluation of *Trichoderma* spp., as biological agents in some of plant pathogens. Annals of Biological Research 4:173-179.
- Schmoll M., Esquivel-Naranjo U.E., Herrera-Estrella A. 2010. *Trichoderma* in the light of day—physiology and development. Fungal genetics and biology 47:909-16.
- Stefanova M., Leiva A., Larrinaga L., Coronado M.F. 1999. Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma* spp. para el control de hongos fitopatógenos del suelo. Revista Facultad Agronomía 16:509-516.
- Vadassery J., Tripathi S., Prasad R., Varma A., Oelmu ller R. 2009. Monodehydroascorbate reductase 2 and dehydroascorbate reductase 5 are crucial for a mutualistic interaction between *Piriformospora indica* and *Arabidopsis*. J. Plant Physiol. 166: 1263–1274.
- Vargas W.A., Mandawe J.C., Kenerley C.M. 2009. Plant-derived sucrose is a key element in the symbiotic association between *Trichoderma virens* and maize plants. Plant Physiology 151:792–808.
- Vera D., Pérez H., Valencia H. 2002. Aislamiento de hongos solubilizadores de fosfatos de la rizosfera del arazá (*Eugenia stipitata*, Myrtaceae). Acta Biol. Colomb. 7:33-40.
- Vinale F., Sivasithamparam K., Ghisalberti E.L., Marra R., Woo S.L., Lorito M. 2008. *Trichoderma*–plant–pathogen interactions. Soil Biol. Biochem. 40:1–10.
- Vinale F., Marra R., Scala F., Ghisalberti E.L., Lorito M., Sivasithamparam K. 2006. Major secondary metabolites produced by two commercial *Trichoderma* strains active against different phytopathogens. Lett. Appl. Microbiology 43:143–148.
- Yang C.A., Cheng C.H., Lo C.T., Liu S.Y., Lee J.W., Peng K.C. 2011. A novel L-amino acid oxidase from *Trichoderma harzianum* ETS 323 associated with antagonism of *Rhizoctonia solani*. J. Agric. Food Chem. 59:4519-26.

TÉCNICA DE FOTOTRAMPEO PARA REGISTRAR INSECTOS Y REPTILES

PHOTO TRAPPING TECHNIQUE USED TO CAPTURE INSECTS AND REPTILES

Delgado-Fernández, M.^{1*}; Escobar-Flores, J.G.²

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Instituto Politécnico Nacional 195, La Paz, Baja California Sur, 23090, México. ²Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario De Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. Academia de Gestión Territorial. Calle Sigma #119, Fracc. 20 de Noviembre II, Durango Dgo., C.P. 34220.

*Autor de correspondencia: mdelgado@pg.cibnor.mx

RESUMEN

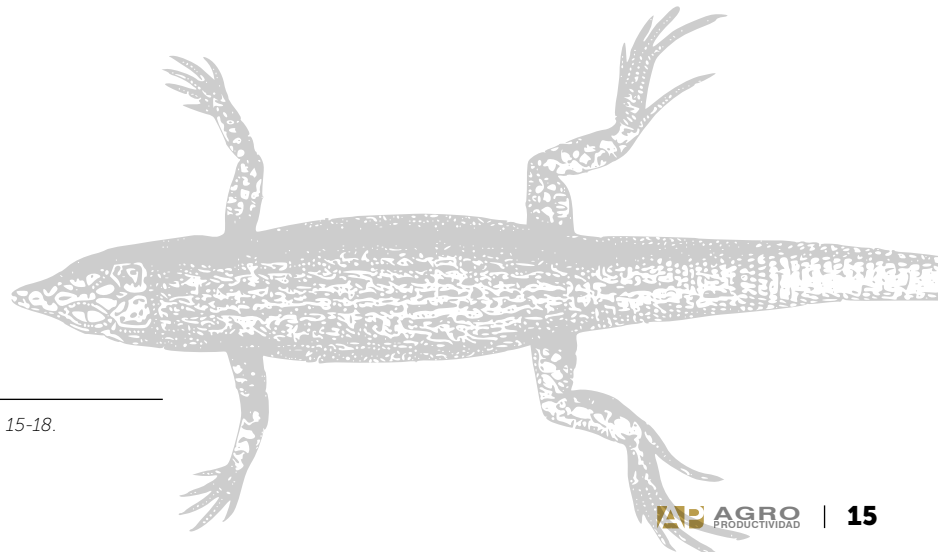
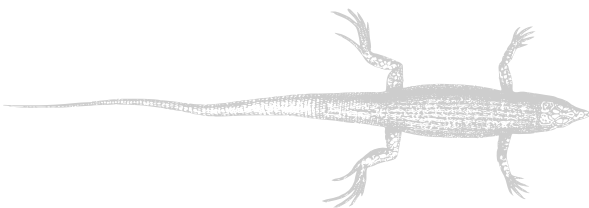
Se propone una técnica nueva de fototrampeo para contabilizar e identificar insectos y reptiles, considerando que con las técnicas y equipo convencionales no suelen ser registrados por la limitada capacidad que tienen las lentes para enfocar animales pequeños y cercanos o detectar sus sutiles movimientos. La técnica permite registrar a los polinizadores diurnos y nocturnos de especies de interés, a los insectos con potencial de plaga, registrar la actividad de reptiles y su capacidad de dispersión de semillas, entre otros.

Palabras clave: Registro de rastros, abundancia, cámara trampa, patrón de actividad.

ABSTRACT

A new photo trapping technique is proposed to count and identify insects and reptiles, taking into consideration that with the conventional techniques and equipment they are usually not recorded because of the limited capacity that the lenses have to focus on small and nearby animals or to detect their subtle movements. The technique allows recording diurnal and nocturnal pollinators of species of interest, insects with the potential to be pests, and recording the activity of reptiles and their capacity for seed dispersion, among others.

Keywords: Track records, abundance, activity pattern, camera trap.



Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 3, marzo, 2017, pp: 15-18.

Recibido: Octubre, 2015. **Aceptado:** Febrero, 2017.

INTRODUCCIÓN

Se propone

una técnica nueva de fototrampeo para contabilizar e identificar insectos y reptiles, que con las técnicas y equipo convencionales de fototrampeo (Rowcliffe y Carbone, 2008) no suelen ser registrados por la limitada capacidad que tienen los lentes para enfocar animales pequeños y cercanos o detectar sus sutiles movimientos (Figura 1). La técnica permite registrar a los polinizadores diurnos y nocturnos de especies de interés, a los insectos con potencial de plaga, registrar la actividad de reptiles y su capacidad de dispersión de semillas, entre otros. Para lograr imágenes nítidas que permitan la identificación de los organismos es necesario tener cámaras trampa digitales de observación de vida silvestre que cuenten con un sistema de iluminación infrarroja, sensor de detección de movimiento y lentes de enfoque



Figura 1. Comparación de registros de reptiles entre la cámara trampa A) *Bushnell NatureView CAM HD* con lente de enfoque de 25 cm, donde es posible identificar la especie y B) *Bushnell Trophy CAM* donde se registra el reptil pero no es posible identificar la especie.

cercano para primer plano (25 cm y 46 cm), como las *Bushnell NatureView CAM HD* (modelos 119439 / 119440). La cámara trampa se deben posicionar con extrema precisión a la distancia de enfoque del lente seleccionado, es decir, si se seleccionó el lente de 46 cm, la cámara trampa debe estar ubicada de tal forma que exista una distancia de 46 cm entre el lente y el sitio (flor, roca, fruto, etcétera) donde queramos registrar a los organismos.

A continuación se describe la configuración que se propone para las cámaras trampa para asegurar el enfoque adecuado usando los lentes de enfoque cercano ya sea de 25 cm o de 46 cm (Cuadro 1), el disparo fotográfico (Cuadro 2) y la grabación de videos en alta definición de los organismos (Cuadro 3).

La Figura 2 muestra la calidad de los registros de insectos que se pueden obtener utilizando las cámaras trampa *Bushnell NatureView CAM HD* modelo 119439 con la configuración propuesta.

El uso de las cámaras *Bushnell NatureView* y la configuración propuesta es una técnica no invasiva con la que es posible investigar las interacciones entre las especies, un ejemplo es el trabajo realizado por Salinas *et al.* (2015), que mediante el uso de cámaras trampa similares documentaron la depredación de huevos del gorrión sabanero (*Passerculus sandwichensis sanctorum*) por ratones en la Isla San Benito, México.

Cuadro 1. Configuración del lente de enfoque cercano (25 cm o 46 cm).

Parámetro	Ajustes	Descripción
Control del LED	Bajo* Medio Alto	Controla cuántas lámparas LED se encienden cuando se capturan imágenes con poca luz. Al estar cerca de los objetos a fotografiar siempre utilice la opción "Bajo" para evitar videos o fotografías sobre expuestas.
Nivel del sensor	Bajo Normal Alto* Automático	La configuración "Alto" hará que la cámara sea más sensible al calor y se dispare fácilmente con el movimiento, que en el caso de los insectos y reptiles suele ser sutil y sólo así se logra captar la fotografía.
Obturador de visión nocturna	Alto* Medio Bajo	El valor "Alto" congelará mejor el movimiento, pero las fotos pueden salir oscuras.
Barrido de campo	Activado Desactivado*	Esta opción es para que la cámara tome fotos y videos aun cuando no se detecta movimiento, por ello lo desactivamos.
Sonido de video	Activado* Desactivado	Se grabará el audio del video.

* Indica la opción sugerida para lograr registrar insectos y reptiles (Manual *Natural View Cam*, 2015).

Cuadro 2. Configuración del menú para fotografías en primer plano.

Parámetro	Ajustes	Descripción
Modo	Cámara Video Híbrido*	El modo híbrido combina tanto cámara como video, de modo que se realizan fotos y videos, lo que permite identificar más fácilmente a la especie registrada.
Tamaño de la imagen (M=megapíxeles)	3 M 5 M 8 M*	La resolución de 8M genera fotos de mejor calidad, pero crea archivos más grandes que ocupan más capacidad de la tarjeta SD. Se recomiendan utilizar tarjetas SD de 32GB de alta velocidad.
Formato de imagen	Pantalla completa Panorámica*	La relación del aspecto 16:9 es la adecuada para las pantallas de monitor o televisor planas.
Número de captura	1 foto 2 fotos 3 fotos*	Los organismos suelen ser rápidos por ello se recomienda esta opción para asegurar su registro.

* Indica la opción sugerida para lograr registrar insectos y reptiles (Manual *Natural View Cam*, 2015).

Cuadro 3. Configuración del menú para videos en alta definición.

Parámetro	Ajustes	Descripción
Tamaño de video	1920×1080* 1280×720 640×360	Se refiere a los píxeles por cuadro. Cuanta más alta la resolución, de mejor calidad serán los videos y con más detalle podremos ver a los organismos.
Duración de video	De 5 a 60 (segundos)	Con videos cortos de 10 - 15 segundos se podrá registrar la actividad realizada por los organismos.
Intervalo	1 a 3600 s 5 s*	Tiempo que la cámara "esperará" hasta volver a responder a una activación del sensor después de detectar un animal. Durante este tiempo de "ignorar activaciones" la cámara no tomara fotos/videos evitando que la tarjeta se llene con imágenes redundantes.

* Indica la opción sugerida para lograr registrar insectos y reptiles (Manual *Natural View Cam*, 2015).

AGRADECIMIENTOS

A Jiji Foundation por el financiamiento otorgado que permitió adquirir el equipo. A Mayte F.R. y al Dr. Oscar D.G por el apoyo logístico. A los ejidatarios de Baja California, en especial a Rosendo M., por permitirnos ingresar a sus predios y la ayuda brindada.

LITERATURA CITADA

Manual *Natural View Cam*. 2015. Instruction Manual HD. Models 119439 / 119440. Overland Park, Kansas. E.U.A.

Rowcliffe, J. M., Carbone, C. 2008. Surveys using camera traps: are we looking to a brighter future?. *Animal Conservation* 11:185-186.

Salinas-Ortiz Q., Roldán-Clarà B., Marina-Hipólito J.G., Urbina-Torres F., Malagón-Rodríguez M.A. 2015. Éxito reproductivo del gorrión sabanero (*Passerculus sandwichensis sanctorum*) en el archipiélago San Benito, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86:196-201.



Figura 2. Con la técnica se pueden registrar los insectos polinizadores como A y B) moscas y C) abejas, y la actividad de las hormigas.

TOXICIDAD DE INSECTICIDAS EN ESCAMA BLANCA (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) (Hemiptera: Diaspididae) DEL MANGO (*Mangifera indica* L.).

TOXICITY OF INSECTICIDES ON WHITE SCALE (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) (Hemiptera: Diaspididae) OF MANGO (*Mangifera indica* L.)

Mendoza-Montero, M.A.¹; Hernández-Fuentes, L.M.²; Ramírez-Alarcón, S.¹; Solís-Aguilar, J.F.¹

¹Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 36.5. Chapingo, Texcoco, Estado de México, MÉXICO. C.P. 56230. ²Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 6 Carr. México-Nogales. Apdo. Postal 100. 63300, Santiago Ixcuintla, Nayarit.

*Autor de correspondencia: hernandez.luismartin@inifap.gob.mx

RESUMEN

La escama blanca (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) se ha convertido en un problema serio en el cultivo del mango (*Mangifera indica* L.), provocando reducción en la fotosíntesis y daño cosmético a la fruta afectando su exportación. Se evaluó la toxicidad de diferentes insecticidas para contar con mayores alternativas químicas en el control de este insecto. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones bajo condiciones de laboratorio. Se realizaron dos evaluaciones de toxicidad contra hembras a las 3 y 24 h después de la aplicación, en machos se evaluó a las 3 h de la aplicación. Las dosis de monolaurato de propilenglicol (1175.4 y 2357.9 mg kg⁻¹) y aceite mineral (2940 y 3920 mg kg⁻¹) causaron mortalidad en hembras de 100% y 98%, respectivamente. La CL₅₀ de cipermetrina (23.49 mg kg⁻¹) y aceite mineral (368.6 mg kg⁻¹) en hembras fue inferior a las dosis evaluadas en el estudio. El aceite mineral con dosis de 3920 mg kg⁻¹ controló 60% en machos con CL₅₀ de 1418 mg kg⁻¹. Los mejores productos tanto para machos como hembras fueron el aceite mineral y monolaurato de propilenglicol.

Palabras clave: Exportación, frutales, mangos, insecticidas.

ABSTRACT

White scale (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) has become a serious problem in mango cultivation (*Mangifera indica* L.), provoking a reduction in photosynthesis and cosmetic damage on the fruit which affects its exports. The toxicity of different insecticides was evaluated, to have more chemical alternatives in this insect's control. A completely random design with four repetitions under laboratory conditions was used. Two toxicity evaluations were performed against females at 3 and 24 h after application, and in males it was evaluated at 3 h after application. The doses of propylene glycol monolaurate (1175.4 and 2357.9 mg kg⁻¹) and mineral oil (2940 and 3920 mg kg⁻¹) caused mortality in females of 100 % and 98 %, respectively. The CL₅₀ of cypermethrin (23.49 mg kg⁻¹) and mineral oil (368.6 mg kg⁻¹) in females was lower than the doses evaluated in the study. The mineral oil with a dose of 3920 mg kg⁻¹ controlled 60 % in males with CL₅₀ of 1418 mg kg⁻¹. The best products both for males and females were mineral oil and propylene glycol monolaurate.

Keywords: Exports, fruit trees, mangos, insecticides.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 3, marzo. 2017, pp: 19-23.

Recibido: Abril, 2016. **Aceptado:** Febrero 2017.

INTRODUCCIÓN

El mango es uno de los frutales tropicales más importantes a nivel mundial. Nayarit, México, es el segundo estado productor con el 17% de la producción y junto con Guerrero y Sinaloa, México, participan con el 53% de la producción nacional (SIAP, 2015). En la última década la escama blanca del mango EBM *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) se ha convertido en una plaga en Nayarit (García *et al.* 2014), se le encuentra en más de 10,000 ha y puede reducir hasta 50% el volumen de la cosecha (Urías *et al.*, 2013). Los municipios con más alta infestación son Compostela, San Blas y Tepic, con promedio superiores de 4.39 hembras y colonias de machos por hoja (Urías *et al.*, 2013). Se registró por primera vez en el 2003 y se ha dispersado a otros estados como Guerrero, Michoacán (Juárez *et al.*, 2014), Colima, Jalisco, Sinaloa (Bautista *et al.*, 2013), Oaxaca y Veracruz. Diversas investigaciones se han realizado para su control, Cunningham (1991) indicó que el aceite de baja viscosidad al 1% y el buprofezin a 0.05% fueron los productos más efectivos para su control en Australia. En Egipto Abo-Shanab (2012) al evaluar la eficacia de tres aceites minerales, el aceite con pureza de 95% en dosis de 1.5% ejerció el mayor control. Daneel (2004) indicó que el clorpirifos mezclado con aceite mineral fue efectivo para el control de la EBM; por otro lado Lagadec *et al.* (2009) en Sudáfrica evaluaron el thiametoxam, controlando efectivamente la escama en mangos "Kent" y "Keitt" a una dosis de 6 a 8 ml por árbol. En México (Urías *et al.*, 2013) realizaron aspersiones de insecticidas en huertos de mango Ataulfo y Haden, obteniendo los mejores resultados con las mezclas de citrolina (50 ml L⁻¹) + malatión (a dosis de 1.11 ml litro⁻¹ o 2.22 ml litro⁻¹), piriproxifeno (0.3 ml L⁻¹), dimetoato (2.0 ml L⁻¹) y aceite mineral (citrolina) en dosis de 50 ml L⁻¹ o 75 ml L⁻¹. Con el fin de contar con mayores alternativas químicas para el control de la EBM, se evaluaron diferentes insecticidas, y determinó el porcentaje de control y la concentración letal 50.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los bioensayos se realizaron en el laboratorio de entomología del Campo Experimental Santiago Ixcuintla del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. El material biológico se colectó en huertos de mango variedad Keitt en la localidad El Tonino, Compostela, Nayarit (21.18941, -105.13887), se seleccionaron ramas y hojas infestadas de colonias con machos y hembras, las cuales fueron transportadas al labo-

ratorio de entomología del campo experimental donde se realizaron los bioensayos. Los insectos se separaron con la ayuda de un microscopio estereoscópico Zeiss® (modelo Stemi DV4), se emplearon hembras maduras y colonias de machos en estado ninfa, se delimitó el área donde estaba presente la hembra o la colonia de machos y se realizó un corte de la hoja en forma circular de 4 cm de diámetro. En el caso de las hembras se levantó una pequeña parte de su cubierta protectora para comprobar que estuviera viva y en el caso de los machos se retiró una pequeña parte de su cera protectora de la parte posterior para observar que el macho estuviera viable y descartar parasitismo. Se utilizaron los insecticidas cipermetrina, extracto de nim en formulación emulsionable, aceite mineral y monolaurato de propilenglicol (ésteres de ácidos grasos); estos se seleccionaron por ser los que frecuentemente se aplican en la región de estudio para el combate de la EBM, exceptuando el monolaurato de propilenglicol. Se establecieron 18 tratamientos que consistieron de cuatro dosis por insecticida (Cuadro 1), a excepción del aceite mineral con cinco dosis. Los tratamientos se distribuyeron completamente al azar con cuatro repeticiones. Se realizaron dos evaluaciones con las hembras a las 3 y 24 horas después de la aplicación,

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el control de la escama blanca del mango (*Mangifera indica* L.) en condiciones de laboratorio en Nayarit, México.

Tratamiento	Ingrediente activo (i. a.)	Porcentaje de i. a.	Dosis mg kg ⁻¹ de i. a.
1	Extracto de nim	93.0	186
2			372
3			558
4			744
5	Cipermetrina	21.4	40
6			60
7			100
8			120
9	Monolaurato de propilenglicol	70.0	148.7
10			297.4
11			1175.4
12			2357.9
13	Aceite mineral	98.0	490
14			980
15			1960
16			2940
17			3920
18	Testigo sin aplicación

en el experimento de los machos se realizó una sola evaluación a las tres horas. Se colocaron tres discos de material vegetal por caja Petri, al fondo de esta se colocó un disco de papel filtro humedecido con agua destilada. Cada caja se utilizó como una repetición. Cada disco vegetal tuvo una hembra y una colonia con un número variable de ninfas. La aplicación del producto se realizó con un micro aspersor manual a una distancia de 25 cm, en promedio se asperjó 1 ml de mezcla del producto por caja Petri. Se utilizó agua destilada. La temperatura se mantuvo a 27 °C y humedad relativa de 44%.

Los análisis estadísticos fueron realizados con los valores ajustados según la fórmula de Abbott (1925) y corregida por Rosenhein y Hoy (1987), cuando se encontró en los bioensayos mortalidades diferentes de cero en el control, posteriormente se transformaron para su análisis a la función arco seno raíz cuadrada, seguido a esto, se realizó un análisis de varianza y comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$), así mismo con base en un análisis de regresión Probit se calcularon los valores de las concentraciones letales (CL_{50}) usando el software de análisis estadístico SAS[®] v. 2008.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 2, muestra que en la primera evaluación las hembras mostraron susceptibilidad diferencial a los tratamientos ($P<0.0001$). El tratamiento con monolaurato de propilenglicol en sus dosis altas (2357.9 y 1175.4 mg kg⁻¹ de i. a.) y aceite mineral (3920 mg kg⁻¹) ejercieron el mayor control con 98.5 y 94.1% de eficacia, respectivamente. Con el extracto de nim se observó mortalidad de 11.0 a 49.8%, mientras que la cipermetrina obtuvo muy poca mortalidad (5.9-22.3%). Al comparar las diferencias de mortalidad entre dosis alta y baja de cada producto, en el aceite mineral fue del 76.2%, seguido por el monolaurato de propilenglicol con 58.6%. El extracto de nim y la cipermetrina obtuvieron una diferencia de 38.8% y 16.4% respectivamente. En el testigo sin aplicación no se observó mortalidad. En la segunda evaluación, se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P\leq 0.0001$). El monolaurato de propilenglicol causó la mayor mortalidad en sus dosis más altas (1175.4 y 2357.9 mg kg⁻¹) con 100% de eficacia. El aceite mineral también ejerció una mortalidad del 98% en sus dosis altas (3920, 2940 y 1960 mg kg⁻¹), resultados similares fueron obtenidos por Hassan *et al.* (2013) con una mortalidad máxima de 90.9% en aplicación de aceite mineral. Abo-Shanab *et al.* (2012), evaluaron tres diferentes presentaciones de aceite mineral para el control de la escama blanca del mango, con diferentes porcentajes de purificación, el mayor control lo observaron con aceite mineral al 96.62% con 100% de mortalidad. Cunningham (1991) menciona que los aceites naturales son una alternativa barata y ambientalmente segura con baja toxicidad en insectos benéficos. Con la cipermetrina se obtuvo 88.4% de máxima mortalidad, valores un poco más elevados fueron determinados por Urías *et al.* (2013) con un control de 92.5% en la misma plaga. Con el extracto de nim se obtuvo baja mortalidad, resultados similares fueron reportados por Abd-Rabou *et al.* (2012) donde la mortalidad fue de 68.3% de *Parasaissetia nigra* Nietner 1861 (Hemiptera: Coccidae). En la segunda evaluación, se observó un incremento en la diferencia de mortalidad entre dosis altas contra dosis bajas de cada producto con respecto a la primera, en el extracto de nim esta fue 45.3%. El aceite mineral mostro una diferencia de 43.5% en

las dosis bajas y la cipermetrina y el monolaurato de propilenglicol tuvieron una diferencia de mortalidad de 29.5% y 28.3% respectivamente. La mortalidad con el monolaurato de propilenglicol fue de 71.7% en su dosis más baja. Las dosis bajas de cipermetrina y aceite mineral tuvieron una mortalidad de 58% y 54.5% respectivamente, con el extracto de nim se observó 21.4% de mortalidad (Cuadro 2).

Mortalidad en machos (ninfas)

Las ninfas macho mostraron diferente susceptibilidad a los tratamientos evaluados ($P\leq 0.0001$) (Cuadro 2). El mejor insecticida fue el aceite mineral en sus dos dosis más altas (3920 y 2940 mg kg⁻¹) con 60 y 54.4%, respectivamente. Seguido del extracto de nim con 53%, de acuerdo a Esparza *et al.* (2010), el extracto de nim puede inducir toxicidad aguda en insectos si se aplica en altas dosis. El aceite mineral obtuvo una diferencia entre su dosis alta y baja de 33.8%, seguido del extracto de nim con 24.7%, cipermetrina con 19.2% y monolaurato de propilenglicol con 18.7%. El extracto de nim presento mayor toxicidad. El aceite mineral tuvo 26.2% de mortalidad y la cipermetrina obtuvo 20.4%, estos resultados son similares a los reportados por Karar *et al.* (2010) en un experimento de campo, donde la cipermetrina aplicada fueron 100 ml 100 L⁻¹ agua que causó una mortalidad de 21.12%.

Análisis Probit Concentración letal 50

En las hembras, en la primera evaluación, tres horas después del aplicación, el extracto de nim se determinó una CL_{50} de 769.17 mg kg⁻¹ de i. a. y de cipermetrina 876.41 mg kg⁻¹ de i. a. En cambio para el monolaurato de propilenglicol y

Cuadro 2. Mortalidad de *Aulacaspis tubercularis* 3 y 24 horas después de la aplicación en condiciones de laboratorio.

Insecticida	(mg kg ⁻¹ i. a.)	% mortalidad ^{†§}		
		3 hda	24 hda	3 hda ♂
Monolaurato de propilenglicol	2357.9	98.5±0.5a	100.0±2.0a	38.8±2.2abc
Aceite mineral	3920	94.1±3.5ab	98.0±4.4ab	60.0±0.6a
Monolaurato de propilenglicol	1175.4	94.1±0.5ab	100.0±2.9a	31.0±1.9abc
Aceite mineral	2940	87.0±0.5abc	98.0±2.0ab	54.4±0.2ab
Aceite mineral	1960	77.7±1.5abcd	98.0±2.0ab	48.6±0.0abc
Monolaurato de propilenglicol	297.4	60.1±2.3bcde	83.3±0.0abcd	21.8±1.1c
Extracto de nim	744	49.8±1.9bcdef	66.7±2.0abcd	53.0±1.2ab
Aceite mineral	980	39.9±2.3cdef	71.7±2.0abcd	46.8±0.1abc
Monolaurato de propilenglicol	148.7	39.9±1.5cdef	71.7±0.0abcd	20.1±0.2c
Extracto de nim	558	28.6±1.3def	43.0±2.8bcde	46.4±0.2abc
Cipermetrina	120	22.3±2.3efg	88.4±3.8abc	39.6±0.1abc
Extracto de nim	372	19.0±0.0efg	28.3±4.5cde	41.6±0.2abc
Aceite mineral	490	17.9±2.3efg	54.5±2.0bcd	26.2±0.2bc
Extracto de nim	186	11.0±0.8efg	21.4±2.9de	28.3±0.1bc
Cipermetrina	100	5.9±2.3fg	88.4±1.8abc	37.5±0.1abc
Cipermetrina	60	5.9±2.3fg	74.0±4.9abcd	31.0±0.1abc
Cipermetrina	40	5.9±1.5fg	58.9±4.9abcd	20.4±0.1c
Testigo sin aplicación	0	0.0±0.0g	0.0±0.0e	0.0±0.0d

[†]% de mortalidad por repetición y ajustada por la fórmula de Abbott (1925). hda: horas después de la aplicación. [§]Medias con distinta letra, son estadísticamente diferentes, Tukey ($\alpha \leq 0.05$). \pm : Error estándar.

el aceite mineral esta fue de 211.15 mg kg⁻¹ de i. a. y 1096 mg kg⁻¹ de i. a. respectivamente. En la segunda evaluación, la CL₅₀ fue menor en todos los compuestos evaluados. Se observó menor concentración (CL₅₀) de la cipermetrina y monolaurato de propilenglicol, Lo que indicó mayor toxicidad en hembras para la segunda evaluación durante mayor tiempo de exposición (Cuadro 3). En machos, los productos con mayor toxicidad fueron el extracto de nim y la cipermetrina con una CL₅₀ de 417.6 y 176.4 mg kg⁻¹, respectivamente.

La CL₅₀ del extracto de nim se ubicó entre 372-558 mg kg⁻¹ de i. a. por lo que se tendría que aumentar la dosis del insecticida para tener un buen efecto. La CL₅₀ del aceite mineral lo ubican en las dosis medias de 980-1960 mg kg⁻¹ de i. a., mostrando un control aceptable de la escama blanca.

CONCLUSIONES

Todos los tratamientos evaluados mostraron

diferencias altamente significativas. El tratamiento con mayor eficacia contra las hembras de la escama blanca del mango fue el monolaurato de propilenglicol en su dosis alta de 1175.4 y 2357.9 mg kg⁻¹ de i. a., tanto en la primera evaluación de tres horas como en la segunda que se realizó a las 24 horas, obteniendo una mortalidad de 98 y 100% respectivamente. Las CL₅₀ de cipermetrina (23.49 mg kg⁻¹), monolaurato de propilenglicol (91.69 mg kg⁻¹) y aceite mineral (368.6 mg kg⁻¹) en los bioensayos de hembras se ubicaron por debajo de las dosis utilizadas en el experimento. El insecticida aceite mineral con la dosis de 3920 mg kg⁻¹ de i. a., mostró mayor eficacia biológica en el control de machos de la escama blanca del mango, CL₅₀ de 1418 mg kg⁻¹ se ubicó entre las dosis medias aplicadas. El monolaurato de propilenglicol presentó mayor efecto contra hembras que en machos. Dentro de los productos evaluados, el aceite mineral y el monolaurato de propilenglicol presentaron

Cuadro 3. Concentraciones letal 50 de insecticidas evaluados en *Aulacaspis tubercularis*.

Insecticida	CL ₅₀ (mg kg ⁻¹ de i. a.)		
	3 hda	24 hda	3 hda ♂
Extracto de nim	769.2	484.2	417.6
Cipermetrina	876.4	23.5	176.4
Monolaurato de propilenglicol	211.2	91.7	6363.0
Aceite mineral	1096.0	368.6	1418.0

hda: horas después de la aplicación.

alta mortalidad en el control de hembras de la escama blanca del mango. No obstante, es notoria la diferencia de susceptibilidad de los productos evaluados en hembras y machos, por lo anterior esta diferencia debe ser tomada en cuenta al momento de elegir el producto y dosis a aplicar.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Sectorial SAGARPA-CONACyT por el apoyo otorgado para la presente investigación mediante el proyecto: 2011-12-171759.

LITERATURA CITADA

- Abbott W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18:265-267.
- Abd-Rabou S., Badary H., Ahmed N. 2012. Control measures of two soft scale insects (Hemiptera: Coccidae) infesting guava and mango trees in Egypt. *The Journal of Basic & Applied Zoology*, 65: 55-61.
- Abo-Shanab A.S.H. 2012. Suppression of white mango scale, *Aulacaspis tubercularis* (Hemiptera: Diaspididae) on mango trees in El-Beheira Governorate, Egypt. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 5 (3): 43-50.
- Bautista R.P.U., Ragazzo J.A.S., Calderón S.M., Cortéz M.E., Servin V.R. 2013. *Aulacaspis tubercularis* Newstead in mango orchards of Nayarit, Mexico, and relationship with environmental and agronomic factors. *Southwestern Entomologist*, 38 (2): 221-230.
- Cunningham I.C. 1991. Common mango scales in Queensland. *Acta Horticulturae* 291: 409-412.
- Daneel M.S., Steyn W. 2004. Evaluation of several products for control of mango scale (*Aulacaspis tubercularis*) on mangoes. *SA Mango Kwekersvereniging Navorsingsjoernaal*, 24: 15-17.
- Esparza D.G., López C.J., Villanueva J.J.A., Osorio A. F., Otero C.G., Camacho D.E. 2010. Concentración de azadiractina, efectividad insecticida y fitotoxicidad de cuatro extractos de *Azadirachta indica* A. Juss. *Agrociencia*, 44: 821-833.
- García A.N.C., Urías M.A., Hernández F.L.M., González C.J.A., Pérez B.M.H., Osuna G.J.A. 2014. Distribución de la escama blanca del mango *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) en Nayarit, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 3(2): 321-336.
- Hassan N.A., Radwan S.G., Ammar A.E.M.E., El-Sahn O.M. N. 2013. Effect of alternative insecticides sprayed with two flow rates against some scale insects on mango trees by using conventional motor sprayer at Qalubya governorate, Egypt. *In: Proc. of the International Conference of Environmental Sciences* pp: 62-79.
- Joubert P.H., Daneel M.S., Grové. T. 2000. Progress towards integrated pest management (IPM) on mangoes in South Africa. *Acta Horticulturae*, 509: 811-817.
- Juárez H.P., Valdez C.J., Valdovinos P.G., Mora A.J.A., Otero C.G., Téliz O.D., Hernández C E., Ramírez R.I., González H. V. A. 2014. Leaf penetration pattern of *Aulacaspis tubercularis* (Hemiptera: Diaspididae) stylet in mango. *Florida Entomologist*, 97(1): 100-107.
- Karar H., Arif M.J., Sayyed H.A., Ashfaq M., Khan M.A., 2010. Comparative efficacy of new and old insecticides for the control of mango mealybug (*Drosicha mangiferae* G.) in mango orchards. *International Journal of Agriculture & Biology*, 12: 443-446.
- Le Lagadec M.D., Louw C.E., Labuschagne C. 2009. The control of scale insects and mealybugs on mangoes in South Africa using neo-nicotinoids. A review of the experimental work from 2001 to 2005. *Acta Horticulturae*, 820:549-558.
- Rosenhein J.A., Hoy M.A. 1987. Confidence intervals for Abbott's Formula correction of bioassay data for control response. *Journal of Economic Entomology*, 82(2):331-335.
- SIAP. 2015. Estadística de la producción agrícola en 2013. <<http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/siap/Paginas/estadistica.aspx>> (Consultado 10 de febrero de 2015).
- SAS. 2008. User's guide. The Probit Procedure. In: *SAS/STAT 9.2 User's Guide*, Chapter 7. SAS Institute, Inc., Cary, NC. pp. 5323-5331.
- Urías L.M.A., Hernández F.L.M., Osuna G.J.A., Pérez B.M.H., García A.N.C., González C.J.A. 2013. Aspersiones de insecticidas en campo para controlar la escama blanca del mango (Hemiptera: Diaspididae). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(2): 173-180.



CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE LA GALLINA CRIOLLA (*Gallus gallus* L.) EN UNA MICRORREGIÓN DE VERACRUZ, MÉXICO

PHENOTYPIC CHARACTERIZATION OF THE CREOLE HEN (*Gallus gallus* L.) IN A MICROREGION OF VERACRUZ, MEXICO.

Hernández-Ortega, K.I.¹; Carmona-Hernández, O.²; Fernández, M.S.¹; Lozada-García, J.A.^{1*}; Torres Pelayo V.R.¹

¹Facultad de Biología Xalapa, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz; México. ²Facultad de Ciencias Agrícolas Xalapa, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

*Autor de correspondencia: alozada@uv.mx

RESUMEN

Se evaluó la composición de la diversidad morfológica y morfométrica de gallinas y gallos (*Gallus gallus* L.) criollos en cuatro comunidades de la microrregión de Coyopolan del municipio de Ixhuacán de los Reyes, Veracruz, México. Se caracterizaron 366 gallinas y 99 gallos; se analizaron 44 variables cualitativas y 5 cuantitativas. Se estimaron los Índices de Diversidad de Simpson (IDS), Shannon (H) e Índice de Distribución equilibrada (IDE). Se encontró dominancia en el color de plumaje, siendo el color rojo y negro los de mayor predisposición; otro carácter dominante fue la distribución y morfología de la pluma normal, así mismo, el lóbulo rojo de la oreja e iris naranja tuvieron mayor presencia. Los Índices de diversidad de Simpson y Shannon reflejaron que existe diversidad fenotípica media tanto para hembras como en machos; en cambio el Índice de Distribución Equilibrada denotó baja distribución en gallos, donde el mayor IDE fue de 0.15489 y el menor de 0.00199; mientras que en gallinas el menor IDE fue 0.11376 y el mayor de 0.11970. Se sugiere implementar estrategias de conservación de la gallina criolla como recurso local en la microrregión de estudio.

Palabras clave: Aves de corral, microrregión, Morfometría, Ixhuacán.

ABSTRACT

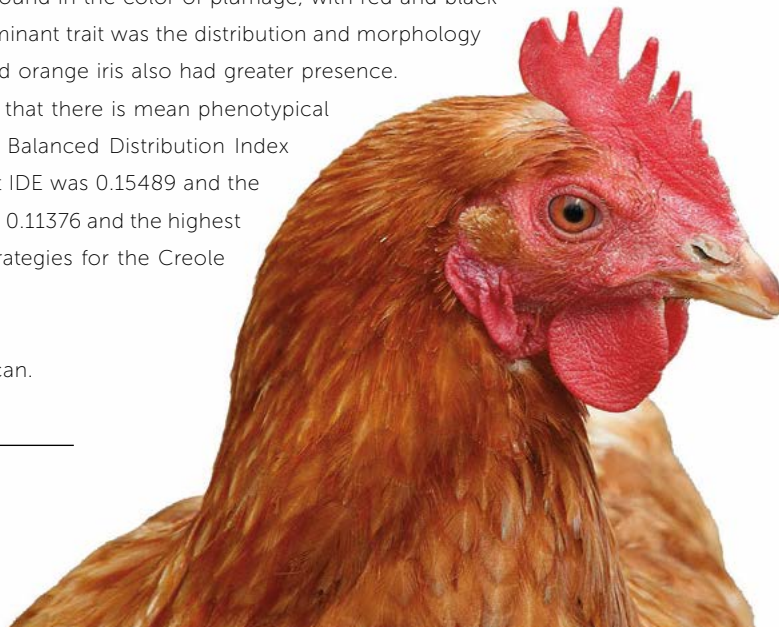
The composition of the morphologic and morphometric diversity of Creole hens and roosters (*Gallus gallus* L.) was evaluated in four communities of the micro-region of Coyopolan in the municipality of Ixhuacan de los Reyes, Veracruz, Mexico. There were 366 hens and 99 roosters which were characterized; 44 qualitative variables were analyzed and 5 quantitative. The Simpson (IDS) and Shannon (H) Diversity Indexes were estimated, as well as the Index of Balanced Distribution (IDE). Dominance was found in the color of plumage, with red and black being the colors of highest predisposition; another dominant trait was the distribution and morphology of the normal feather and the red lobule of the ear and orange iris also had greater presence.

The Simpson and Shannon Diversity Indexes reflected that there is mean phenotypical diversity both for females and for males; instead, the Balanced Distribution Index denoted low distribution in roosters, where the highest IDE was 0.15489 and the lowest 0.00199; meanwhile, in hens the lowest IDE was 0.11376 and the highest 0.11970. It is suggested to implement conservation strategies for the Creole hen as a local resource in the micro-region of study.

Keywords: Poultry, micro-region, morphometry, Ixhuacan.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 3, marzo, 2017, pp. 24-30.

Recibido: Septiembre, 2016. **Aceptado:** Enero, 2017.



INTRODUCCIÓN

La producción de gallinas criollas (*Gallus gallus* L.) en México, ha sido aprovechada para una de las actividades importantes en los traspatios o solares de las zonas rurales, formando la avicultura no especializada que se crían para autoconsumo de familias campesinas (Villacis, 2014). Esta actividad se caracteriza por tener un manejo no muy complejo, la alimentación se basa en desechos orgánicos de la unidad familiar, algunos granos y pastoreo. En las últimas décadas, se ha observado disminución en el número de poblaciones de estas aves debido a la sustitución de estirpes avícolas locales por otros mejorados, que son promovidos por programas sociales; pero ajenos a los ambientes rurales, teniendo una menor capacidad de resistencia a enfermedades, ya que no están adaptadas a los ambientes locales, afectado su supervivencia (Segura, 2001). Además, las características observadas en la parvada criolla presentan con frecuencia variaciones interesantes que se expresan como rasgos peculiares y únicos, que el criador las conserva, entre las que se pueden señalar: las gallinas barradas, cuello desnudo, negras, rojas y otras menos comunes como las de pluma rizada, copetonas, barbadas, tarsos emplumados, patas cortas y enanas, dichas características no se presentan en las gallinas de avicultura moderna o especializada, donde todos los individuos presentan el mismo fenotipo (Cuca *et al.*, 2015). La FAO en 1995, menciona que los problemas que enfrentan los recursos genéticos aviares en el mundo son la disminución de la variabilidad genética dentro de razas, la rápida desaparición de estirpes locales y líneas de animales domésticos a través de la introducción de razas exóticas, los climas cálidos, húmedos y otros ambientes hostiles. En este sentido la FAO propone realizar algunas estrategias de conservación de los recursos genéticos aviares las cuales son encuestar, determinar la población y la caracterización fenotípica de las aves. Por lo tanto se han realizado estudios para estimar la diversidad fenotípica de la gallina criolla en zonas rurales donde el recurso aviar criollo está presente (Steane, 1992). El objetivo principal de este estudio fue caracterizar fenotípicamente la gallina criolla en cuatro comunidades de la microrregión de Coyopolan, Ixhuacán de los Reyes, Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La microrregión de Coyopolan está ubicada en el municipio de Ixhuacán de los Reyes, en la zona centro del Estado de Veracruz, México y está integrada por nueve comunidades, de las cuales, se trabajó con cuatro:

Tlalchi (19.380897 y -97.078168), Atecaxil (19.373844 y -97.077391), Coyopolan (19.370279 y -97.059628) y Xixicazapan (19.361587 y -97.038116). El ecosistema principal es bosque mesófilo de montaña. El clima dependiendo de la altura es semicálido húmedo con lluvias todo el año, templado húmedo con lluvias todo el año; templado húmedo con abundantes lluvias en verano y semifrío subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2009). La precipitación media anual es de 1803.7 milímetros cúbicos. La población se dedica a las actividades del sector primario, siendo estas de tipo agrícola, ganadero y forestal (Plan municipal de desarrollo Ixhuacán de los Reyes, 2014).

Análisis morfológico

Se analizaron un total de 366 gallinas (h) y 93 gallos (m) criollos ubicadas en las comunidades de Atecaxil (h=52 y m=17), Coyopolan (h=112 y m=14), Xixicazapan (h=100 y m=22) y Tlalchi (h=102 y m=40). Se evaluaron 44 variables cualitativas: morfología de la Pluma (MP) normal, rizada y sedosa; Distribución de la Pluma (DP) normal; cuello desnudo, patas y tarsos emplumados, cresta (copete), jarrete de buitre, orejas y barba; Patrón de Plumaje (PP) normal, barrado, laceado y moteado; Color de Plumaje (CP) blanco, negro, azul (cenizo), rojo, trigo (leonado) y otro; Color de Piel (CPi) no pigmentada, amarillo, azul-negro y otro; Color de Tarso (CT) blanco, amarillo, azul, verde, negro, marrón, y otro; Color de Lóbulo de la Oreja (CLO) no pigmentado, rojo, blanco-rojo y otro; Tipo de Cresta (TC) simple, guisante, rosa, nuez, cojín, fresa, dúplex, forma v, doble y otro; Tamaño de Cresta (TCr) grande, mediana y pequeña; Color de Ojo (CO) naranja, marrón, rojo y aperlado (blanco); Variantes Esqueléticas (VE) normal, crestado, polidactilia, enanos, patas cortas, espolones múltiples y otro (espolón en hembras). Otros Rasgos Físicos y Visibles (ORFV) como el pico rosa, amarillo, negro y café (FAO, 2012; Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013; Andrade-Yucailla *et al.*, 2016). Se estimaron los índices de diversidad fenotípica para la MP, DP, PP, CP, CPi, CT, CLO, TC, TCr, CO, VE, ORFV. El índice de Diversidad Fenotípica de Simpson (IDS) se estimó mediante la siguiente fórmula:

$$IDS = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde N =número total de observaciones de la población respectiva; n_i =número de observaciones para cada categoría S =total del número de categorías para cada carácter. El siguiente índice que se evaluó fue el de Shannon Wiener:

$$H = -\sum_i p_i \ln(p_i)$$

Donde p_i =frecuencia fenotípica, \ln =logaritmo natural de p_i . Para ambos índices los valores van en un rango de 0 a 1, donde 0 es baja diversidad fenotípica, siendo 1 el nivel de mayor diversidad (Groth and Roelfs, 1987; Silva *et al.*, 2007; Carbales, 2013, Lozada, 2015). De igual manera se estimó el Índice de Distribución Equilibrada (DE)

$$DE = \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^S p_i^2} \right] \times \frac{1}{S}$$

Donde S =es el número total de categorías para cada carácter, p_i =frecuencia relativa de cada carácter por categoría. El DE va de un rango de 0 a 1; en donde la relación cercano a 1 indica que las parvadas son heterogéneas mientras que lo cercano a 0 indican que son homogéneas (Carbales, 2013, Lozada *et al.*, 2015).

Análisis morfométrico

Las variables cuantitativas analizadas fueron Peso Corporal (PC) expresado en gramos (g); Longitud Corporal (LC), Circunferencia del Pecho (CP), Longitud del Tarso (LT) y la Envergadura de las Alas (EA), expresados en centímetros (cm) (Youssao *et al.*, 2010; Daikwo *et al.*, 2011; FAO, 2012; Zaragoza *et al.*, 2013). Para el análisis de las variables cuantitativas tanto para m como para h, se estimaron la media aritmética, desviación estándar, coeficiente de variación, máximos y mínimos en el programa Statistica 10 (Zaragoza *et al.*, 2013; Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013; Andrade-Yucailla *et al.*, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis morfológico indicó que las gallinas y gallos criollos de las

cuatro localidades estudiadas, presentan dominancia de la MP normal en un 96.7% para hembras, mientras que en machos fue del 100%, así como la DP normal en h fue de 78.9% y m con el 83%. Para el caso del PP normal en h fue de 72.8% y en m el 59.15% siendo el más frecuente. El CP de color negro fue dominante en h con el 37.8%, seguido de color rojo con un 35.1%; mientras que para m, el color dominante fue negro alrededor del 40% y rojo un 29.8%. Zaragoza *et al.* (2013), reportaron datos similares a los hallados en este trabajo, en donde las gallinas criollas de la región Batsi Alak de Chiapas, México, mostraron dominancia en el color de la pluma, la mayoría fueron tonalidades oscuras, y el PP "normal" fue el más común. También se registró que en el CPi color amarillo fue el más dominante en h con un 77.9% y en m el 87%. El CT de los individuos, presentaron color amarillo, en h con 53%, mientras que en m fue de 79.8% (Cuadro 1). En lo que respecta al CLO, existe predominancia del color rojo en h con 54.6% y en m 71%, seguido del color rojo-blanco en h con 40.7% y en m el 25.8%. En su mayoría, las h y los m respecto a TC fue normal con un 92.1% y 90.4% respectivamente. El TCr grande en h tuvo el 47.4%, mientras que en m fue de 82.2%, y respecto al TCr, el mediano fue el más representativo en h con un 49.9%. El CO de mayor presencia fue el naranja, en h se registró un 86.2% y en m un 92.5%. En relación a ORFV, en su mayoría presentaron picos de color café, en h el 42%, mientras que en m el color negro con el 43.2 % (Cuadro 1). Algunas de estas características dominantes halladas en las poblaciones de gallinas estudiadas dentro de la microrregión de estudio, han sido similares a las reportadas por Andrade-Yucailla *et al.* (2015); donde la mayoría de las poblaciones evaluadas del Ecuador, presentaron plumajes de color marrón (42.5%) seguido del color negro y blanco; la cresta simple, el color amarillo de tarsos y piel fueron semejante a los datos obtenidos en este estudio. Este último rasgo se presentó también en parvadas de Colombia (Tovar *et al.*, 2014; Jiménez *et al.*, 2014) y similares a lo reportado para la región de Pinar del Rio en Cuba, donde existe predominancia por los caracteres antes mencionados (Valdés *et al.*, 2010). Lo anterior demuestra que la gallina criolla comparte rasgos fenotípicos similares, en otros países, existiendo variantes de los colores dominantes, tal como el caso de Filipinas (Carbales *et al.*, 2012), quienes reportaron dominancia del plumaje color rojo para gallos mientras que para gallinas el color café, con respecto al patrón de color, los dominantes es el pincelado y atado, el color de iris dominante es el ámbar, mientras que el lóbulo en machos es rojo; en hembras el color rojo-blanco similar al que se reporta en nuestro estudio, así como el tipo de cresta simple. En Etiopía se registró que el color rojo es dominante, así como la distribución del plumaje y la morfología de tipo normal (Melesse y Negesse 2011).

Índice de diversidad fenotípica

Los análisis mostraron que en las poblaciones por comunidad existe un grado medio en la distribución de los fenotipos, teniendo como resultado que la parvada con mayor IDS fue Tlalchy con 0.47744; sin embargo para el H resultó ser más bajo con 0.23994 (Cuadro 2). La comunidad con menor IDS para gallinas, fue Coyopolan con 0.28876; en el caso de Xicazapan, los gallos presentaron el menor IDS con un 0.26154, mientras que el H de 0.34017, con menor diversidad fue para Atecaxil (Cuadro 3). La distribución de los fenotipos

analizados y calculados mostró que para las cuatro comunidades tiende hacia la homogeneidad lo cual denota que no existe una distribución adecuada de los fenotipos. En el caso de los gallos de la comunidad de Ateaxil esto resulta perjudicial debido a que existe un S menor a 0.1, sugiriendo que existe pérdida de diversidad. Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Carbales (2013), quien señala baja puntuación en el Índice de Distribución Equilibrada, indicando que existe baja distribución de los fenotipos dentro de la población, lo cual alude la existencia de una tendencia a la homogeneidad de las parvadas.

Análisis morfométrico

Los resultados del análisis morfométrico evidenciaron que los machos son de mayor proporción que las hembras de las cuatro comunidades; registrando en la comunidad Xixicazapan las poblaciones de gallos y gallinas con mayor peso corporal de 2598.95 ± 1820 g y 1823.99 ± 863 g, respectivamente (Cuadro 4). Mientras que en la comunidad de Coyopolan se obtuvo un peso corporal de 1011.98 ± 71.81 g en gallinas y 1152.83 ± 66.01 g en gallos. Resultados similares reportados por Jiménez *et al.* (2014) en gallinas criollas de tres regiones rurales de Colombia, indican que el mayor peso corporal se presentó tanto en gallinas como en gallos de una misma región. Campo (2009), menciona que el peso promedio de gallinas mediterráneas es de 1200 g y son consideradas como gallinas livianas. En cuanto al tamaño corporal, en la comunidad de Coyopolan se registró una media mayor en gallina, con una circunferencia de pecho de 36.34 ± 26 cm, en comparación con las otras tres poblaciones. Estos resultados son parecidos

Cuadro 1. Frecuencias absolutas y relativas de gallinas criollas (*Gallus gallus* L.) de cuatro comunidades de Ixhuacán de los Reyes, Veracruz, México.

Comunidad	Hembras		Machos	
	FR	FA	FR	FA
Morfología de la pluma				
1. Normal	354	0.967	93	1.000
2. Rizada	12	0.033	0	0.000
3. Sedosa	0	0.000	0	0.000
Distribución de la pluma				
1. Normal	296	0.798	78	0.830
2. Cuello desnudo	47	0.127	9	0.096
3. Patas y tarsos emplumados	8	0.022	3	0.032
4. Cresta (copete)	10	0.027	1	0.011
5. Jarrete de buitre	0	0.000	0	0.000
6. Orejeras y barba	10	0.027	3	0.032
Patrón del plumaje				
1. Normal	265	0.728	55	0.591
2. Barrado	51	0.140	29	0.312
3. Laceado	16	0.044	0	0.000
4. Moteado	32	0.088	9	0.097
Color del plumaje				
1. Blanco	40	0.100	20	0.175
2. Negro	152	0.378	46	0.404
3. Azul (cenizo)	0	0.000	0	0.000
4. Rojo	141	0.351	34	0.298
5. Trigo (leonado)	52	0.129	8	0.070
6. Otro	17	0.042	6	0.053
Color de la piel				
1. No pigmentado (blanco)	75	0.204	11	0.120
2. Amarillo	286	0.779	80	0.870
3. Azul-negro	1	0.003	0	0.000
4. Otro (especificar)	5	0.014	1	0.011
Color del tarso				
1. Blanco	66	0.180	4	0.040
2. Amarillo	194	0.530	79	0.798
3. Azul	1	0.003	0	0.000
4. Verde	22	0.060	2	0.020
5. Negro	64	0.175	3	0.030
6. Marrón	4	0.011	0	0.000
7. Otro	15	0.041	11	0.111
Color del lóbulos de la oreja				
1. No pigmentada (blanca)	3	0.008	2	0.022
2. Rojo	200	0.546	66	0.710
3. Blanco-rojo	149	0.407	24	0.258
4. Otros	14	0.038	1	0.011
Tipo de cresta				
1. Simple	337	0.921	85	0.904
2. Guisante	3	0.008	0	0.000
3. Rosa	13	0.036	3	0.032
4. Nuez	2	0.005	0	0.000
5. Cojín	1	0.003	0	0.000
6. Fresa	9	0.025	4	0.043
7. Dúplex	0	0.000	0	0.000
8. Forma V	1	0.003	1	0.011
9. Doble	0	0.000	0	0.000
10. No tiene	0	0.000	1	0.011
Tamaño de cresta				
1. Pequeña	173	0.474	1	0.011
2. Mediana	182	0.499	15	0.161
3. Grande	10	0.027	77	0.828
Color de ojo				
1. Naranja	319	0.862	86	0.925
2. Marrón	12	0.032	1	0.011
3. Rojo	2	0.005	1	0.011
4. Aperlado (blanco)	37	0.100	5	0.054
Variantes esqueléticas				
1. Normal	327	0.889	85	0.914
2. Crestado	0	0.000	0	0.000
3. Polidactilia	5	0.014	2	0.022
4. Enanos	5	0.014	5	0.054
5. Patas cortas	3	0.008	0	0.000
6. Espolones múltiples	0	0.000	0	0.000
7. Otro (espolón)	28	0.076	1	0.011
Otros rasgos físicos y visibles (pico)				
1. Rosa	4	0.011	0	0.000
2. Amarillo	92	0.251	31	0.326
3. Negro	117	0.319	41	0.432
4. Café	154	0.420	23	0.242

FR=Frecuencia Relativa y FA=Frecuencia Absoluta.

Cuadro 2. Diversidad fenotípica de las gallinas criollas (*Gallus gallus* L.) de la Microrregión de Coyopolan.

Localidad	IDS	H	IDE
Atecaxil	0.41635	0.28817	0.11970
Coyopolan	0.28876	0.34679	0.11376
Tlalchi	0.47744	0.23994	0.11708
Xixicazapam	0.44174	0.36270	0.11871

Cuadro 3. Diversidad fenotípica de gallos criollos (*Gallus gallus* L.) de la Microrregión de Coyopolan.

Localidad	IDS	H	IDE
Atecaxil	0.32353	0.34017	0.09871
Coyopolan	0.38352	0.64715	0.00199
Tlalchi	0.28511	0.41647	0.10220
Xixicazapam	0.26154	0.58631	0.15489

a los reportado en el sureste de México, no obstante, los que presentaron valores altos en las medidas del tamaño corporal fueron los machos (Zaragoza *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

Tanto en hembras como machos de las cuatro comunidades de estudio, tienen variables cualitativas dominantes, estas son la morfología y distribución de la pluma normal; el color de pluma negro y rojo, el color rojo del lóbulo de la oreja y el color naranja del iris, sugiriendo que la gallina criolla es más diversa fenotípicamente. En cuanto a los índices de diversidad analizados y el índice de Diversidad de Simpson, mostraron que es más diverso en la comunidad de Tlalchi, que en las restantes, mostrando un grado medio de distribución de los fenotipos por comunidad. En relación al Índice de Distribución Equilibrada, los resultados sugieren una tendencia a la homogeneidad, debido a que los fenotipos no están distribuidos de manera adecuada en cada comunidad y como consecuencia existe la probabilidad de pérdida de la diversidad fenotípica de la parvada criolla. Por lo tanto, se deben implementar medidas adecuadas para la conservación de la gallina criolla como recurso local.

AGRADECIMIENTOS

A las personas (gente linda) de las cuatros comunidades de la microrregión de Ixhuacán de los Reyes, por brindarnos confianza y hospitalidad en la toma de los datos. Asimismo al Mtro. Noé Viveros Ronzón por su valiosa aportación en registrar y tomar datos fenotípicos en esta microrregión.

LITERATURA CITADA

- Andrade-Yucailla, V., Vargas-Burgos, J.C., Lima-Orozco R., Andino M., Quinteros R., & Torres A. 2015. Caracterización morfológica y morfológica de la gallina criolla (*Gallus domesticus*) del Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Ecuador. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA, 6, 42-48.
- Backyard P.C.O.C.C., & Rural I.T. 2014. Caracterización Fenotípica de la Gallina Criolla de Traspatio en Tres Regiones Rurales de Colombia. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA, 4, 56-58.
- Cabarles J.C. 2013. Phenotypic cluster and diversity analysis of native chickens in Western Visayas, Philippines. Animal Genetic Resources / Ressources génétiques animales / Recursos genéticos animales, 53, 1-9.
- Cabarles J.C., Lambio A.L., Vega S.A., Capitan S.S., & Mendiolo M.S. 2012. Distinct morphological features of traditional chickens (*Gallus gallus domesticus* L.) in Western Visayas, Philippines. Animal Genetic Resources/Ressources génétiques animales/ Recursos genéticos animales, 51, 73-87.
- Campo J. 2009. Valoración morfológica de las gallinas. Valoración morfológica de los animales domésticos, 589-612.
- Cigarroa-Vázquez F., Herrera-Haro J.G., Ruiz-Sesma B., Cuca-García J.M., Rojas-Martínez R.I., & Lemus-Flores C. 2013. Caracterización fenotípica del guajolote autóctono (*Meleagris gallopavo*) y sistema de producción en la región centro norte de Chiapas, México. Agrociencia, 47(6), 579-591.
- Cuca-García J.M., Gutiérrez-Arenas D.A. & López-Pérez, E. 2015. La avicultura de traspatio en México: Historia y caracterización. Agroproductividad, 8(4).
- Daikwo I.S., Okpe A.A., & Ocheja J.O. 2011. Phenotypic characterization of local chickens in Dekina. Int. J. Poultry Sci, 10(6), 444-447.
- FAO 2012. Phenotypic characterization of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines. 91-105 p.
- Groth J.V., Roelfs A.P. 1987. The concept and measurement of phenotypic diversity in *Puccinia graminis* on wheat. Phytopathology 77:1395-1399
- INEGI, 2009, Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Ixhuacán de los Reyes, Veracruz de Ignacio de la Llave <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/30/30079.pdf>
- Jiménez L.M., Varón S.A., Mendoza L.F., Leal J.D., Sánchez C.A., Pinilla Y.C. 2014. Caracterización fenotípica de la gallina criolla de traspatio en tres regiones rurales de Colombia. AICA.
- Lozada-García J.A., Carmona-Hernandez O., Torres-Pelayo V.R., Fernández M.S. y López del Castillo-Lozano M. 2015. caracterización morfológica de la cabra criolla (*Capra hircus*) en el centro de Veracruz. Agroproductividad 8(6): 65-71
- Melesse, A., & Negesse, T. 2011. Phenotypic and morphological characterization of indigenous chicken populations in southern region of Ethiopia. Animal Genetic Resources/ Ressources génétiques animales/Recursos genéticos animales, 49, 19-31.
- Organización de las Naciones Unidas para la Recursos genéticos animales. Agricultura y la Alimentación (FAO). Conservación de los recursos genéticos en la ordenación de los bosques tropicales. Serie Montes. Monografía No. 107. Roma: FAO; 1995. p. 37.
- Plan municipal de desarrollo Ixhuacán de los Reyes 2014-2017 <http://www.invedem.gob.mx/files/2015/11/PLAN-MUNICIPAL-DE-DESARROLLO-IXHUACAN-DE-LOS-REYES-2014-2017.pdf>

Cuadro 4. Variables morfométricas de las gallinas criollas (*Gallus gallus* L.) hembras y machos.

Hembras Atecoxil					
Variable cuantitativa	\bar{X}	DS	CV	Max	Min
Peso corporal (gramos)	1535.57	863.00	2400.00	416.51	27.12
Tamaño corporal					
a) Longitud corporal (cm)	40.03	34.00	49.00	3.77	9.42
b) Circunferencia del pecho (cm)	31.51	24.00	40.00	3.61	11.47
c) Longitud del tarso (cm)	8.14	5.00	10.00	1.02	12.59
d) Envergadura de las alas (cm)	31.35	22.00	38.00	3.52	11.24
Machos Atecoxil					
Variable cuantitativa	\bar{X}	DS	CV	Max	Min
Peso corporal (gramos)	1876.05	1263.00	2800.00	462.39	24.64
Tamaño corporal					
a) Longitud corporal (cm)	45.26	34.00	58.00	5.55	12.26
b) Circunferencia del pecho (cm)	33.50	28.00	38.00	2.88	8.60
c) Longitud del tarso (cm)	9.97	8.00	13.00	1.36	13.67
d) Envergadura de las alas (cm)	35.17	29.00	40.00	3.50	9.96
Hembras Coyopolan					
Variable cuantitativa	\bar{X}	DS	CV	Max	Min
Peso corporal (gramos)	1011.98	1.06	2420.00	726.74	71.81
Tamaño corporal					
a) Longitud corporal (cm)	39.36	30.000	45.00	2.56	6.52
b) Circunferencia del pecho (cm)	36.34	26.000	103.00	14.50	39.91
c) Longitud del tarso (cm)	25.20	7.000	104.00	35.85	142.26
d) Envergadura de las alas (cm)	36.29	27.000	105.00	16.06	44.24
Machos Coyopolan					
Variable cuantitativa	\bar{X}	DS	CV	Max	Min
Peso corporal (gramos)	1152.83	1.31	2411.00	761.08	66.01
Tamaño corporal					
a) Longitud corporal (cm)	44.50	39.00	49.00	3.15	7.09
b) Circunferencia del pecho (cm)	39.53	30.00	101.00	17.93	45.36
c) Longitud del tarso (cm)	36.75	10.00	104.00	43.16	117.44
d) Envergadura de las alas (cm)	35.71	31.00	39.00	2.75	7.72
Hembras Tlalchi					
Variable cuantitativa	\bar{X}	DS	CV	Max	Min
Peso corporal (gramos)	1622.54	800.00	2500.00	393.99	24.28
Tamaño corporal					
a) Longitud corporal (cm)	41.93	31.000	53.000	3.57	8.52
b) Circunferencia del pecho (cm)	31.706	23.000	43.000	3.24	10.23
c) Longitud del tarso (cm)	8.255	6.000	12.000	0.93	11.36
d) Envergadura de las alas (cm)	30.868	23.000	39.000	2.75	8.91
Machos Tlalchi					
Variable cuantitativa	\bar{X}	DS	CV	Max	Min
Peso corporal (gramos)	1880.00	800.00	3300.00	613.18	32.6164
Tamaño corporal					
a) Longitud corporal (cm)	45.52	33.00	55.00	5.57	12.2351
b) Circunferencia del pecho (cm)	33.03	22.00	42.00	4.52	13.6849
c) Longitud del tarso (cm)	10.16	7.00	12.00	1.36	13.3880
d) Envergadura de las alas (cm)	34.00	23.00	46.00	4.57	13.4699
Hembras Xixicazapam					
Variable cuantitativa	\bar{X}	DS	CV	Max	Min
Peso corporal (gramos)	1823.99	863.00	2820.00	376.11	20.62
Tamaño corporal					
a) Longitud corporal (cm)	42.20	32.00	50.00	2.98	7.08
b) Circunferencia del pecho (cm)	33.13	27.00	39.00	2.49	7.53
c) Longitud del tarso (cm)	9.85	7.00	46.00	7.25	73.61
d) Envergadura de las alas (cm)	33.10	29.00	45.00	2.38	7.19
Machos Xixicazapam					
Variable cuantitativa	\bar{X}	DS	CV	Max	Min
Peso corporal (gramos)	2598.95	1820.00	3320.00	405.08	15.58
Tamaño corporal					
a) Longitud corporal (cm)	49.04	41.00	55.00	3.40	6.93
b) Circunferencia del pecho (cm)	37.72	32.00	42.00	2.43	6.45
c) Longitud del tarso (cm)	14.04	9.50	49.00	11.16	79.50
d) Envergadura de las alas (cm)	38.79	33.00	43.00	2.44	6.29

- Segura-Correa J.C., & Montes-Pérez R.C. 2001. Razones y estrategias para la conservación de los recursos genéticos animales. *Revista Biomédica*, 12(3), 196-206.
- Silva B.G, Zambolim L., Prabhu A.S., Araújo L.G., Zimmermann F.J.P. 2007. Estimation of phenotypic diversity in field populations of *Magnaporthe grisea* from two upland rice cultivars. *Fitopatol. Bras.* 32(1): 5-12.
- Steane D.E. (1992). Note on the fao expert consultation on management of global animal genetic resources rome, 7-10 APRIL 1992. *Animal Genetic Resources Information*, 9, 3-6.
- Tovar J.L., Narváez-Solarte W., & Takahashi S.E. 2014. Bases para la conservación del *Gallus gallus domesticus* (Phasianidae) colombiano en el departamento de Caldas. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 18(1), 112-122.
- Valdés Corrales, R. J., Pimentel O., Martínez K., & Ferro E.M. 2010. Caracterización fenotípica del genofondo avícola criollo de San Andrés, Pinar del Río, Cuba. *Archivos de zootecnia*, 59(228), 597-600.
- Villacís G., Escudero G., Cueva F., Luzuriaga A. 2014. Características Fenotípicas de Las Gallinas Criollas de Comunidades Rurales Del Sur Del Ecuador. *Centro de Biotecnología*, 3.
- Youssao I.A.K., Tobada P.C., Koutinhoun B.G., Dahouda M., Idrissou, N.D., Bonou G.A., Tougan U.P., Ahounou S., Yapi-Gnaoré V., Kayang B., Rognon X., Tixier-Boichard M. 2010. Phenotypic characterisation and molecular polymorphism of indigenous poultry populations of the species *Gallus gallus* of Savannah and Forest ecotypes of Benin. *African Journal of Biotechnology*, 9(3).
- Zaragoza M.L. Rodríguez J.V., Hernández J.S., Perezgrovas G.R., Martínez B., Méndez J.A. 2013. Caracterización de gallinas batsi alak en las tierras altas del sureste de México. *Archivos de zootecnia*, 62(239), 321-332.



BIOPESTICIDAS: TIPOS Y APLICACIONES EN EL CONTROL DE PLAGAS AGRÍCOLAS

BIOPESTICIDES: TYPES AND APPLICATIONS IN THE CONTROL OF AGRICULTURAL PESTS

Ondarza-Beneitez, M.A.¹

¹Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ). Avenida de los Normalistas 800, Colinas de La Normal, CP. 44270 Guadalajara, Jal.

Autor responsable: biochem93@hotmail.com

RESUMEN

Las pérdidas de alimentos en el mundo son elevadas. El aspecto principal de este problema es debido al daño en los cultivos que conlleva a la pérdida de producción, y generalmente se aplican pesticidas de origen sintético para el control de los organismos plaga, sin embargo, causan problemas de salud y al ambiente. Una alternativa es el uso de Biopesticidas, los cuales son efectivos en el control de plagas agrícolas con bajo impacto al ambiente y la salud. Se realizó una revisión del tema resaltando los beneficios, sus diferencias y tipos de aplicación en el sector rural.

Palabras claves: Manejo integral de plagas, control microbiano.

ABSTRACT

Food losses in the world are high. The main aspect of this problem is due to damage on crops that leads to the loss of production, and pesticides of synthetic origin are generally applied to control pest organisms; however, they cause health and environmental problems. An alternative is the use of biopesticides, which are effective in the control of agricultural pests with low impact to the environment and health. A review of the topic was carried out highlighting the benefits, their differences and the types of application in the rural sector.

Keywords: Integral management of pests, microbial control.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 3, marzo, 2017, pp: 31-36.

Recibido: Agosto, 2015. **Aceptado:** Diciembre, 2016.



INTRODUCCIÓN

En años recientes, pocos temas ambientales han llamado la atención del público como el uso de pesticidas, específicamente en relación a la salud de los niños. A pesar de los muchos artículos publicados sobre los pesticidas y su relación con la salud humana, aún permanece una profunda controversia a su alrededor. Existe el dilema de si se debe sacrificar una parte de sus cultivos por los pesticidas o emplear pesticidas altamente tóxicos que pueden dañar la salud humana y el ambiente. Después de 20 años se encontró que el nivel de pesticidas sintéticos había crecido, y que al no ser biodegradables, se empezaron a conocer los efectos dañinos. Los Biopesticidas son cierto tipo de pesticidas derivados de materiales naturales, tales como animales, plantas, bacterias y ciertos minerales. Estos incluyen por ejemplo hongos como *Beauveria* sp, bacterias como *Bacillus* sp, extracto de neem (*Azadirachta indica*) y feromonas. Los Biopesticidas también juegan un papel importante al proveer herramientas al manejo de plagas en áreas donde existe una resistencia a los pesticidas químicos (Sharma y Malik, 2012). Algunos casos de éxito sobre utilización de biopesticidas y agentes de biocontrol en la agricultura India (Kalra y Khanuja, 2007) sobre palomillas de diamante negro *Bacillus thuringiensis* (Bt), Saltamontes en mango, la broca de café por *Beauveria*, *Helicoverpia* central en algodón y tomate por Bt., control de la mosca blanca en algodón por productos neem, *Helicoverpa* en bacterias gram NPV, azúcar de caña por *trichogramma*, pudrición y marchitamiento por *trichoderma*; y los siguientes biopesticidas están registrados bajo el Acta de Insecticidas 1968 (Gupta y Dikshit, 2010): *Bt* var. *Israelensis*, *Bt* var. *Kurstaki*, *Bt* var. *Galleriae*, *Bacillus shpaericus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Beauveria bassiana*, NPV *Helicoverpa armigera*, NPV *Spodoptera litum*, Neem (pesticidas), *Tymbopogan*.

Tipos de Biopesticidas (Kalra y Khanuja, 2007)

Pesticidas Microbianos. Representan una importante opción en el manejo de enfermedades en plantas. La EPA define a los biopesticidas como cierto tipo de pesticidas derivados de materiales naturales como animales, plantas, bacterias y ciertos minerales. Pueden controlar diversos tipos de plagas aunque cada ingrediente activo por separado es relativamente específico a su peste blanco. Los pesticidas microbianos más ampliamente conocidos son variedades de la bacteria *Bacillus thuringiensis* o Bt.

Protectores incorporados a plantas (PIP's)

Sustancias de pesticidas que las plantas producen a partir de material genético agregado a la planta o vegetal. Por ejemplo, los científicos pueden tomar el gene para la proteína Bt pesticida e introducirlo en el propio material genético de las plantas. Posteriormente, la planta elabora la sustancia que destruye la peste. Tanto la proteína como su material genético son regulados por la EPA.

Pesticidas bioquímicos

Se trata de sustancias naturales como extractos, ácidos grasos o feromonas que controlan plagas por mecanismos no tóxicos. Incluyen sustancias que interfieren con el crecimiento y (o) la reproducción (reguladores del crecimiento vegetal) o sustancias que repelen o atraen a las pestes (feromonas). La EPA ha establecido un Comité para determinar si un pesticida cumple con los requisitos para ser un biopesticida bioquímico. Feromonas sexuales de un insecto que interfieren con la reproducción o el apareamiento así como extractos que atraen a las plagas en trampas. Las feromonas son empleadas a menudo para detectar o monitorear poblaciones de insectos o en algunos casos, para el control de estos.

Usos de Biopesticidas (Salma, 2011)

Esta revisión ilustra algunos ejemplos de casos de éxito sobre el uso efectivo en la utilización de biopesticidas en programas de manejo de plagas.

Pesticidas Micobianos

Los beneficios potenciales de hongos entomopatogénicos, son importantes reguladores naturales de poblaciones de insectos y presentan un potencial como agentes micoinsecticidas en contra de diversas plagas de insectos en la agricultura. Estos hongos infectan a los huéspedes al penetrar la cutícula, ganando acceso a la hemolinfa, produciendo toxinas y, creciendo al utilizar los nutrientes presentes en el hemocoelo para evitar las respuestas inmunes de los insectos (Hajeck y Leger, 1994). Los Hongos entomopatogénicos pueden ser aplicados en la forma de conidios o micelios los cuales esporulan después de su aplicación. El empleo de éstos como alternativa a los insecticidas o una aplicación combinada, podría ser muy útil en el manejo resistente a insecticidas (Hoy y Myths, 1999). El micoinsecticida comercial "Boverin" basado en *B. bassiana* con reducidas dosis de triclorofón, ha sido utilizado para suprimir la generación de brotes secundarios de *Cydia pomonella* L. (Ferron, 1971). Anderson et al. (1989) detecta-

ron alta mortalidad de insectos cuando se aplicaban concentraciones sub letales de *B. bassiana* para controlar al escarabajo en la papa (*Leptinotarsa decemlineata*), confiriendo altos niveles de sinergismo entre los dos agentes. Fue en 1988, que la exploración de los enemigos naturales potenciales en Brasil, reveló que el entomoforoaleano *N. tanajoae* era uno de los enemigos naturales más importantes del ácaro verde en la yuca (*Manihot esculenta* C.) en el Noreste de Brasil (Delalibera *et al.*, 1992). Durante los últimos 20 años, una serie de estudios se llevaron a cabo para hacer posible la liberación de este patógeno en África. El impacto del hongo *Neozygites floridana* en ácaro de la araña roja (*Tetranychus evansi* Baker & Pritchard) del tomate (*Solanum lycopersicum*), fue demostrado en campo y en casa de malla, durante cuatro ciclos de cosechas del tomate y la sombra negra en Piracicaba, SP, Brasil (Duarte *et al.*, 2009). La efectividad de siste cepas de hongos entomopatogénicos en contra de adultos de *Ceratitis capitata*, fue evaluada en el laboratorio (Castillo *et al.*, 2000). Los adultos eran susceptibles a 5 de 7 suspensiones acuosas de conidia. El extracto a partir de *M. anisopliae* fue el más tóxico, resultando en 90% de mortalidad. La compatibilidad del hongo entomopatogénico *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin con el neem, fue conducida en contra de la mosca blanca Bemisia tabaco (Genadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en patatas dulces y en la berenjena (Islam *et al.*, 2010). También se ha reportado el empleo de *Metarhizium anisopliae* en contra de los mosquitos adultos de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* (Scholte *et al.*, 2007). La vida media de los mosquitos contaminados con hongos para ambas especies se redujo significativamente en comparación a mosquitos no infectados. Los resultados indican que ambas especies de mosquitos son altamente susceptibles a la infección con este entomopatógeno. Agentes de biocontrol fúngicos, incluyendo 10 aislados de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces fumosoroseus*, fueron empleados en bioensayos para determinar los efectos letales en huevos del ácaro araña en el carmín (*Tetranychus cinnabarinus*) (Shia y Feng, 2004). Dos aislados de hongos entomopatogénicos, *Beauveria bassiana* SG8702 y *Paecilomyces fumosoroseus* Pfr153, fueron también empleados en bioensayos en contra de huevos de *T. cinnabarinus* (Weibin y Mingguang, 2004). Hongos entomopatogénicos (Hypocreales) han sido utilizados para el control del psílido de la papa, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) en un área endémica para la enfermedad del chip zebra en la papa (Lacey *et al.*, 2011). El biopesticida aflaguard, por su parte, suministra una cepa no toxigénica de *Aspergillus flavus* al campo donde compite con cepas toxigénicas del hongo que ocurren de manera natural. En conjunción con las reducciones en la contaminación por aflatoxina, los tratamientos produjeron reducciones importantes en la incidencia de aislados toxigénicos de *A. flavus* en el maíz (*Zea mays* L.) (Dorner, 2010).

Éxitos de los pesticidas por baculovirus

Los NPVs y GVs son usados como pesticidas pero el grupo basado en virus nucleopolihedrosis es mayor. El primer insecticida viral Elcar[®] fue introducido por Sandoz Inc. En 1975. Elcar[®] era una preparación a partir de *Heliothis zea* NPV con un relativamente amplio rango de baculovirus que infecta muchas especies que pertenecen al género *Helicoverpa* y *Heliothis*. HzSNPV proporciona un control no solamente para el bullworm del algo-

dón (*Gossypium hirsutum*), sino también de plagas pertenecientes a estos géneros que atacan al frijol de soya (*Glycine max*), al sorgo (*Sorghum halepense*), al maíz, al tomate y a los frijoles (*Phaseolus* sp). En 1982 Sandoz decidió descontinuar la producción. La resistencia a muchos insecticidas químicos incluyendo los piretroides revivió el interés en HzSNPV y el mismo virus fue registrado bajo el nombre de GemStar[™]. El HzSNPV es un producto de elección para el biocontrol de *Helicoverpa armigera* (Ignoffo CM and Couch TL, 1981). Otro baculovirus, el HaSNPV es casi idéntico al HzSNPV. Se le registró en China como un pesticida en 1993 (Mettenmeyer, 2002). Se le ha empleado en la producción a gran escala en campos de algodón. El amplio espectro del biopesticida basado en el JHaNPV también es empleado en la India (Zhang *et al.*, 1995). Cerca de 20 000 hectáreas de maíz son controladas anualmente con *Spodoptera frugiperda* NPV en Brasil (Srinivasa *et al.*, 2008). El éxito mayormente conocido del empleo de baculovirus como un biopesticida, es el caso de *Anticarsia gemmatalis* nucleopolihedrovirus (AgMNP) empleado en el control de la oruga del terciopelo en el frijol de soya (Moscardi, 1999).

Uso de biopesticidas bacterianos

Los biopesticidas bacterianos son probablemente los más empleados y resultan más económicos que los otros métodos de bioregulación de plagas. Los insectos pueden ser infectados con muchas especies de bacterias aunque aquellas pertenecientes al género *Bacillus* son los pesticidas más empleados. La especie *Bacillus thuringiensis* ha desarrollado muchos mecanismos

moleculares para producir toxinas con actividad pesticida, y en su mayoría son codificadas por diversos genes *cry* (Schnepf *et al.*, 1998). Debido a su alta especificidad y seguridad ecológica, tanto *B. thurigiensis* como las proteínas *Cry*, son alternativas eficientes, seguras y sostenibles a diferencia de los pesticidas químicos (Roh *et al.*, 2007; Kumar *et al.*, 2008). Además de esto, monómeros de la toxina *Cry* parecen promover muerte celular en células de insectos mediante un mecanismo que involucra una ruta de señalamiento adenil ciclasa/ PKA (Zhang *et al.*, 2006). Sin embargo, a pesar de este potencial patogénico, ha surgido una controversia respecto al estilo de vida del patógeno de *B. thurigiensis*. Reportes recientes establecen que este requiere de una cooperación de bacterias comensales presentes en el tracto intestinal para tornarse enteramente patógenas (Broderick *et al.*, 2006; Broderick NA. *et al.*, 2009). Opuestamente, se argumenta que los estudios genómicos y proteómicos representan los datos más sólidos que demuestran que *B. thurigiensis* es un patógeno primario más que un saprófito perforador de suelos. En cualquier caso, lo que es seguro es que *B. thurigiensis* es uno de los más exitosos ejemplos del empleo de microorganismos en la biotecnología agrícola, con 70% del mercado global de biopesticidas que involucran productos basados en *B. thurigiensis* (Thakore, 2006), y continuará como un arma microbianas importantes en la defensa de las cosechas en contra de plagas de insectos. Al final del siglo veintiuno, las ventas mundiales de pesticidas bacterianos aumentó en 2% del total en el mercado pero su aportación en el mercado de pesticidas se incrementa constantemente.

Protectores incorporados en Plantas (PIPs)

La producción de plantas transgénicas que expresan δ -endotoxinas insecticidas derivadas de la bacteria *B. thurigiensis* (plantas Bt) en suelos, fueron comercializadas inicialmente en los Estados Unidos en 1996. La expresión de estas toxinas confiere protección en contra de la destrucción de cultivos por insectos (Thakore, 2006). La letalidad de las endotoxinas Bt depende altamente del ambiente alcalino del tracto intestinal del insecto, una característica que asegura que dichas toxinas no estén activas en los vertebrados, especialmente los humanos. Estas proteínas han sido producidas comercialmente, en contra de plagas en el algodón, tabaco (*Nicotiana tabacum*), tomate, papa (*Solanum tuberosum*), elote, maíz y arroz (*Oryza sativa*), mejorando también la cobertura de regiones en donde las plantas son inaccesibles a los rociados foliares (Shelton *et al.*, 2000). Existen numerosas especies de Bt, cada una con diferentes proteínas *Cry*, y hay más de 60 de éstas identificadas (Icoz, 2008).

Pesticidas Bioquímicos: productos Vegetales

Dentro de la lista de 2,400 especies de plantas reportadas con propiedades pesticidas, el neem (*Azadirachta indica*) encabeza esta lista y se le observa como la propiedad biopesticida más amigable y confiable al ambiente. Los productos derivados de neem son efectivos en contra de más de 350 especies de artrópodos, 12 especies de nematodos, 15 especies de hongos, tres virus, dos especies de caracoles y una de crustáceos (Nigam, 1994). La Azadiractina es un tetranortritarpinoide, y el ingrediente activo mayoritario aislado

de neem, el cual se sabe interfiere en la metamorfosis de los insectos (Tomlin, 2007). 2 triterpenoides tetracíclicos-meliantetyraolenona y odoratona aislados de neem, exhiben actividad insecticida en contra de *Anopheles stephensi* (Siddiqui *et al.*, 2003). El extracto Kernel de semilla del Neem (NSKE) fue encontrado muy efectivo en la reducción de la población larval de *Helicoverpa armígera* en vaina y garbanzos dañados (Bhushan *et al.*, 2011). Formulaciones a base del neem tienen efecto significativo en contra de huevos de la mosca de la fruta *Bactrocera zonata* (Saunders) en duraznos (*Prunus pérsica*). Cerca de 195 especies de insectos son afectados por extractos del neem y aún los insectos que se han vuelto resistentes a los pesticidas sintéticos son controlados también. La suposición de que el empleo de insecticidas basados en el neem y a gran escala puede conllevar a una resistencia entre las plagas, como se ha observado con los pesticidas sintéticos, no ha sido probada. Los biopesticidas neem son sistémicos en la naturaleza y brindan una protección a largo plazo a las plantas en contra de las plagas. Los insectos polinizadores, abejas y otros organismos útiles no se ven afectados por los pesticidas basados en neem (Buss y Park-Brown, 2002).

Peptidomimética

El desarrollo de un insecticida peptidomimético es retardador dado que residuos no críticos determinados en bioensayos de toxicidad a insectos pueden ser vitales para evitar la toxicidad en vertebrados mediante obstáculos estéricos. Además, estos residuos no críticos pueden ser importantes para proporcionar una selectividad subtipo a blanco en insectos (Nicholson GM, 2007).

Cuadro 1. Algunos de los productos vegetales registrados como bio-pesticidas.

Producto vegetal usado como biopesticida	Blanco a pesticidas
Limoneno and Linalol	Afidos de Pulgas y ácaros, también matan hormigas del fuego y otros tipos de moscas, avispas y grillos
Neem	Una variedad de insectos masticadores y succionadores
Piretrum / Piretrinas	Hormigas, áfidos, cucarachas, moscas, pulgas y chinches
Rotenona	insectos que se alimentan de hojas, como los áfidos, algunos escarabajos (del espárrago de la hoja del frijol, escarabajo Colorado de la papa, escarabajo del pepino, escarabajo pulgón, escarabajo de la hoja de la fresa y otros) y gusanos como pulgas y piojos en animales
Riania	orugas (gusano taladrador del maíz europeo, gusanos en maíz y otros) y chinches
Sabadilla	Insectos de la calabaza, orugas del arlequin, orugas, saltamontes de hojas, y bichos apestosos

- Bhushan S., Singh R.P., Shanker R. 2011. Bioefficacy of neem and Bt against pod borer, *Helicoverpa armigera* in chickpea. *Journal of Biopesticides*. 4 (1):87-89.
- Broderick N.A., Raffa K.F., Handelsman J. 2006. Midgut bacteria required for *Bacillus thuringiensis* insecticidal activity, *Proc Natl Acad Sci USA*. 103:5196-5199.
- Broderick N.A., Robinson C.J., McMahon M.D., Holt J., Handelsman J. Raffa K.F. 2009. Contributions of gut bacteria to *Bacillus thuringiensis*-induced mortality vary across a range of Lepidoptera. *BMC Biol*. 7:11.
- Buss E.A., Park-Brown S.G. 2002. Natural Products for Insect Pest Management. ENY350 (<http://edis.ifas.ufl.edu/IN197>).
- Castillo M.A., Moya P., Hernandez E., Yufera E.P. 2000. Susceptibility of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) to Entomopathogenic Fungi and Their Extracts. *Biological Control*. 19:274-282.
- Delalibera I., Gomez D.R.S., de Moraes G.J., de Alencar J.A., Araujo W.F. 1992. Infection of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) by the fungus *Neozygites* sp. (Zygomycetes: Entomophthorales) in northeastern Brazil. *Fla Entomol*. 75 :145-147.
- Dorner J. W. 2010. Efficacy of a Biopesticide for Control of Aflatoxins in Corn, *Journal of Food Protection*. 73(3):495-499.
- Duarte V., Silva R.A., Wekesa V.W., Rizzato F.B., Dias C.T.S., Delalibera I. 2009. Impact of natural epizootics of the fungal pathogen *Neozygites floridana* (Zygomycetes: Entomophthorales) on population dynamics of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in tomato and nightshade. *Biological Control*. 51:81-90.
- Ferron P. 1971. Modification of the development of *Beauveria tenella* mycosis in *Melolontha melolontha* larvae by means of reduced doses of organophosphorus insecticides. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 14:457-466.
- Gupta S., Dikshit A.K. 2010. Biopesticides: An ecofriendly approach for pest control. *Journal of Biopesticides*. 3(1):186 - 188.
- Hajeck A.E., Leger S.T. 1994. Interactions between fungal pathogens and insect hosts. *Annual Review of Entomology*. 39:293-322.

Uso de feromonas en el manejo de plagas en insectos

La interrupción del apareamiento ha tenido éxito en el control de un número de plagas de insectos. Más del 20% de los productores de uva (*Vitis vinífera*) en Alemania y Suiza utilizan esta técnica para producir vino sin utilizar insecticidas. En los Estados Unidos, la interrupción del apareamiento ha demostrado ser eficaz en polilla de la manzana (*Malus domestica*), naranja ombligo (*Citrus* sp.), gusano rosado, polilla oriental de la fruta, polilla de la uva Europa, y polilla del racimo, por nombrar unos cuantos. Más del 40% de la superficie de árboles frutales en los EE.UU., occidental son tratados con interrupción sexual para el control de la oruga. Los esfuerzos para controlar el gusano rosado, *Pectinophora gossypiella* (Saunders), se iniciaron con el atrayente sexual "hexalure" a principios de 1970. El descubrimiento de la feromona sexual del gusano de la cápsula rosa en 1973 llevó a la primera formulación comercial exitosa en 1978 (Baker, 1991), y se demostró una táctica basada en el uso de un inhibidor para suprimir las infestaciones del escarabajo del pino del sureste (*Dendroctonus Zimmermann*) (Salom *et al.*, 1995).

CONCLUSIONES

El desarrollo de la industria de bioplaguicidas tiene que ser tratada como una tarea estratégica, integral y con proyecciones a futuro sobre la población. La creciente preocupación de los consumidores y el gobierno sobre la seguridad alimentaria ha llevado a los productores a explorar nuevos métodos respetuosos con el medio ambiente para reemplazar las prácticas basadas en productos químicos de origen sintético. El uso de biopesticidas se ha convertido en la promesa y alternativa y puede representar un papel valioso en el futuro de las estrategias del Manejo Integral de las Plagas.

LITERATURA CITADA

- Anderson T. E., Hajek, A.E., Roberts, D.W., Preisler, H.K. and J. L. Robertson. 1989. Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae): Effects of Combinations of *Beauveria bassiana* with Insecticides. *Journal of Economic Entomology*. Volume 82, Issue 1, February.
- Baker T.C., Staten R.T., Flint H.M. 1991. Use of pink bollworm pheromone in the southwestern United States, In Behavior Modifying Chemicals for Insect Management. Ridgeway, R. L., R. M. Silverstein, and M. N. Inscoe [eds.]. Marcel Dekker, New York, NY. 417-436.

- Hoy M.A. 1999. Myths, models and mitigation of resistance to pesticides. *In: Insecticide Resistance: From Mechanisms to Management* (Denholm, I., Pickett, J.A. and Devonshire, A.L., eds.), New York, CABI Publishing. Pp. 111-119.
- Icoz I., Stotzky G. 2008. Fate and effects of insect-resistant Bt crops in soil ecosystems. *Soil Biology & Biochemistry*. 40: 559– 586.
- Ignoffo C.M., Couch T.L. 1981. The nucleopolyhedrosis virus of *Heliothis* species as a microbial pesticide. *In: Microbial Control of Pests and Plant Diseases*. (Burgess, H.D. Ed.), Academic Press. London. Pp. 329-362.
- Islam M.T., Castle S.J., Ren S. 2010. Compatibility of the insect pathogenic fungus *Beauveria bassiana* with neem against sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, on eggplant. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 134:28– 34.
- Kalra A., Khanuja S.P.S. 2007. Research and Development priorities for biopesticide and biofertiliser products for sustainable agriculture in India. *In: Business Potential for Agricultural Biotechnology* (Teng, P. S. ed.), Asian Productivity Organisation. Pp. 96-102.
- Kumar S., Chandra A., Pandey K.C. 2008. *Bacillus thuringiensis* (Bt) transgenic crop: an environmentally friendly insect-pest management strategy. *J Environ Biol*. 29:641-653.
- Lacey L.A., Liu T.X., Buchman J.L., Munyaneza J.E., Goolsby J.A., Horton D.R. 2011. Entomopathogenic fungi (Hypocreales) for control of potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) in an area endemic for zebra chip disease of potato. *Biological Control*. 56:271-278.
- Mettenmeyer A. 2002. Viral insecticides hold promise for bio-control, *Farming Ahead*. 124:50-51.
- Moscardi F. 1999. Assessment of the application of baculoviruses for control of Lepidoptera, *Annual Review of Entomology*.
- Nicholson G.M. 2007. Fighting the global pest problem: Preface to the special *Toxicon* issue on insecticidal toxins and their potential for insect pest control. *Toxicon*. 49:413–422.
- Nigam S.K., Mishra G., Sharma A. 1994. Neem: A promising natural insecticide. *Appl Bot Abstr*. 14:35-46.
- Roh J.Y., Choi J.Y., Li M.S., Jin B.R., Je Y.H. 2007. *Bacillus thuringiensis* as a specific, safe, and effective tool for insect pest control. *J Microbiol Biotechnol*. 17:547-559.
- Salma M.A. 2011. Review on the use of biopesticides in insect pest management. *International Journal of Science and Advanced Technology*. 1(7):169-178.
- Salom S.M., Grossman D.M., McClellan Q.C., Payne T.L. 1995. Effect of an inhibitor-based suppression tactic on abundance and distribution of southern pine beetle (Coleoptera: scolytidae) and its natural Enemies. *J Econ Entomol*. 88: 1703-1716.
- Schnepf E., Crickmore N., Van Rie J., Lereclus D., Baum J., Feitelson J., Zeigler D.R., Dean D.H. 1998. *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 62: 775-806.
- Sharma S., Malik P. 2012. Biopesticides: Types and Applications. *IJAPBC* 1:4.
- Shelton A.M., Tang J.D., Roush R.T., Metz T.D., Earle E.D. 2000. Field tests on managing resistance to Bt-engineered plants. *Nat Biotechnol*. 18: 339-342.
- Shia W.B., Feng M.G. 2004. Lethal effect of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Paecilomyces fumosoroseus* on the eggs of *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) with a description of a mite egg bioassay system. *Biological Control*. 30: 165–173.
- Siddiqui B.S., Afshan F. Gulzar T. 2003. Tetracyclic triterpenoids from the leaves of *Azadirachta indica* and their insecticidal activities. *Chem Pharm Bull. (Tokyo)*. 51: 415-417.
- Scholte E.J., Takken W., Knols G.J. 2007. Infection of adult *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* mosquitoes with the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Acta Tropica*. 102: 151-158.
- Srinivasa M., Jagadeesh Babu C.S., Anitha C.N., Girish G. 2008. Laboratory evaluation of available commercial formulations of HaNPV against *Helicoverpa armigera* (Hub.). *Journal of Biopesticides*. 1: 138–139.
- Thakore Y. 2006. The biopesticide market for global agricultural use. *Ind Biotechnol*. 2:194-208.
- Tomlin C. 2007. *The Pesticide Manual*, 11th Edition. British crop protection council, 49 Downing Street, Farnham, Surrey GU97PH, UK.
- Weibin S., Mingguang F. 2004. Ovicidal activity of two fungal pathogens (Hyphomycetes) against *Tetranychus cinnabarinus* (Acarina:Tetranychidae). *Chinese Science Bulletin*. 49(3): 263-267.
- Zhang X., Candas M., Griko N.B., Taussig R., Bulla L.A. 2006. A mechanism of cell death involving an adenyl cyclase/PKA signaling pathway is induced by the Cry1Ab toxin of *Bacillus thuringiensis*. *Proc Natl Acad Sci USA*. 103: 9897-9902.
- Zhang G.Y., Sun X.L., Zhang Z.X., Zhang Z.F., Wan F.F. 1995. Production and effectiveness of the new formulation of *Helicoverpa* virus pesticide-emulsifiable suspension. *Virologica Sinica*. 10: 242-247.

PRODUCCIÓN DEL CAFÉ A PEQUEÑA ESCALA (*Coffea arabica* L.) EN CHICONQUIACO, VERACRUZ, MÉXICO

SMALL-SCALE COFFEE PRODUCTION (*Coffea arabica* L.) IN CHICONQUIACO, VERACRUZ, MEXICO

Vázquez-López, P.¹; Hernández-Romero, O.^{1*}; Vivar-Miranda, R.¹; González-Mancilla, A.¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera Federal México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C.P 56230., México.

Autor para correspondencia: ohr@colpos.mx

RESUMEN

Se hizo un análisis de las razones por las que los productores siguen cultivando café (*Coffea arabica* L.) a pesar de la poca rentabilidad y otros factores que limitan su continuidad, y de dónde provienen los recursos para subsidiar estas actividades. Se aplicaron encuestas, apoyándose con la observación directa, recorridos de campo y entrevistas a profundidad. Los resultados indicaron que 80% de los productores se dedican a cultivar el café debido a que es el cultivo más producido en la zona, por tradición y por ser la única fuente de ingresos y por su fácil manejo, rentabilidad y experiencia sobre el cultivo (20%). Se registró que 20% de la cafeticultura esta subsidiada con recursos de otras actividades agropecuarias, complementándose con actividades no agropecuarias y el restante es distribuido para las necesidades básicas de las familias, los cuales son insuficientes, de tal forma que los productores han tenido que minimizar las actividades de la cafeticultura (poda, limpia, chapeo). El número de hectáreas por productor en promedio es de 2.5 ha, la producción obtenida en el 2015 fue de 1462 kg ha⁻¹ con rendimientos económicos de \$12945 MX, cada kg de café en la localidad se vendió a \$8.90 MX, con un costo de producción de \$5.30 MX, y ganancias de \$3.30 MX por cada kilo. Los productores continúan con el cultivo debido a que las condiciones agroclimáticas no son aptas para otros, por lo que el cafeto, sigue siendo el más generalizado.

Palabras clave: Estrategias del hogar, diversificación de actividades, pluriactividad.

ABSTRACT

An analysis of the reasons why producers continue to grow coffee (*Coffea arabica* L.), despite the low profitability and other factors that limit its continuity was made, and where the resources come from to subsidize these activities. Surveys were applied, supported by direct observation, field visits and in-depth interviews. The results indicated that 80 % of the producers are devoted to cultivating coffee because it is the most frequently produced crop in the zone, due to tradition and because it is the sole source of income, and because of its easy management, profitability and their experience with the crop (20%). It was found that 20% of coffee production is subsidized with resources from other agricultural and livestock activities, complementing it with non-agricultural activities and the remainder is distributed for the basic needs of families, which are insufficient, so that producers have had to minimize the coffee-producing activities (pruning, cleaning, clearing). The number of hectares per producer in average is 2.5 ha, the production obtained in 2015 was 1462 kg ha⁻¹ with financial yields of \$12945 MX, each kg of coffee in the locality was sold at \$8.90 MX, with a production cost of \$5.30 MX and earnings of \$3.30 MX per kilo. The producers continue with the crop because the agroclimate conditions are not apt for others, so the coffee tree continues to be the most generalized.

Keywords: household strategies, diversification of activities, pluriactivity.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 3, marzo, 2017, pp: 37-42.

Recibido: Junio, 2016. **Aceptado:** Febrero, 2017.

INTRODUCCIÓN

Las estrategias de sobrevivencia involucran un conjunto de actividades que realizan los que integran una familia y que están destinadas a la obtención de ingresos para asegurar la estabilidad de la misma. Las unidades familiares establecen relaciones en distintos niveles: a) la división familiar del trabajo, en términos sexuales y generacionales referidas a las actividades que generan ingresos dentro y fuera del núcleo familiar; b) con otras unidades familiares; c) con el mercado y d) con otras instituciones de la sociedad (Barreto *et al.*, 2013). En otros casos existe una compleja y multidimensional relación entre formalidad e informalidad en la economía capitalista actual, por lo que algunos integrantes de estos hogares tienen inserción en ambos sectores, ya sea porque disponen de algún trabajo registrado de baja remuneración o algún tipo de asistencia social y a la vez realizan actividades económicas domiciliarias, para la obtención de ingresos adicionales a los registrados.

Según Rosas (2013) hay una fuerte tendencia hacia el multiempleo y pluriactividad como una estrategia tendiente a captar ingresos extra prediales no agrícolas canalizables hacia inversiones en la explotación con el propósito de darle continuidad a las actividades del campo, tal como ocurre con el café (*Coffea arabica* L.). La pluriactividad y diversificación de actividades económicas en unidades familiares campesinas son alternativas para generar oportunidades y así mantener los medios de producción, proteger los recursos naturales y garantizar la sobrevivencia de la familia. Las estrategias productivas de muchas comunidades rurales gozan del reconocimiento internacional, debido al manejo sustentable de los recursos naturales, lo que viene a sustituir el sistema capitalista que se preocupa únicamente por generar ganancias y no por el cuidado de los ecosistemas (Rosas, 2013). Gras (2004) menciona que la pluriactividad es el resultado de una mezcla de actividades que realizan los productores con sus familias, dentro o fuera del predio o del sector agropecuario, al respecto Galindo (1994) señala a la agricultura de tiempo parcial, la cual surge cuando la actividad agrícola se complementa con un trabajo asalariado externo. Argüello (1981) proporcionó un concepto más amplio y lo denominó "estrategias familiares de vida", que están orientadas al estudio de la reproducción económica y biológica de los hogares, este concepto involucra a todos los grupos sociales por lo

que hace referencia a un fenómeno social más globalizado. Las estrategias familiares retoman fuerza en la década de los ochenta, con el ajuste estructural que impactó a los países latinoamericanos por las diversas formas de vida de las familias, diferenciando estudios cuantitativos y cualitativos (Arteaga, 2007; Garrido *et al.*, 1993). Las estrategias del hogar se basa en la diversificación de actividades por los integrantes de la familia con el fin de mejorar sus condiciones de vida, lo cual implica reacomodo en la división del trabajo, mayor relación social, cambios en el tamaño y composición del hogar, migraciones y transformaciones en los patrones de consumo (Arteaga, 2007). Con base en lo anterior, se identificó y analizó la manera en que los productores sustentan las actividades y prácticas de la cafecultura que les permite persistir.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la localidad La Sombra en Chiconquiaco, Veracruz, México (19° 44.87' N y 96° 42.818' O), a una altitud de 1252 m y una población total de 873 habitantes (Figura 1). Para fines de este trabajo se llevó a cabo la observación, y realizaron recorridos en las fincas cafetaleras, con productores de mayor experiencia en el cultivo. La entrevista fue dirigida a productores que se dedican al cultivo con el propósito de conocer el manejo de fincas, ingresos obtenidos y usos de estrategias, esto fue

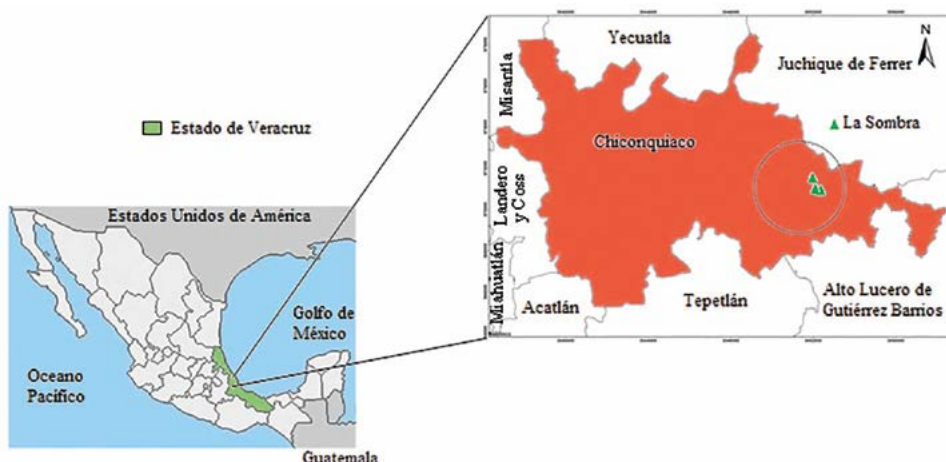


Figura 1. Ubicación geográfica de la localidad "La Sombra" municipio de Chiconquiaco, Veracruz (Elaboración propia, datos tomadas con GPS 2015).

realizado de una manera semiestructurada, pero con libertad del entrevistado. Para el enfoque cuantitativo se aplicó un cuestionario con datos medibles las variables fueron: datos generales de los productores, tales como género, edad, escolaridad, número de hijos y actividades a las que se dedican; experiencias y estrategias de los productores en el cultivo, beneficios del sistema de sombra en el cultivo y limitantes que afrontan para darle continuidad al cultivo.

El tamaño de muestra fue de 60 cuestionarios a productores de café con 177 variables cualitativas y 99 variables cuantitativas. Se aplicó una encuesta estructurada a los productores de todas las edades. La muestra se definió teniendo como información única el número de productores existentes en la localidad (según el registro con el que cuenta el representante). Aplicando la fórmula:

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 pq}{Nd^2 + Z_{\alpha/2}^2 pq}$$

Donde: n =Tamaño de la muestra; N =Tamaño de la población (unidades económicas, unidades de producción rural o habitantes); p =Probabilidad de éxito $p=50\%=0.5$; q =Probabilidad de fracaso $1-p=1-0.5=0.5$; d =error al 10% (0.1); Z =Valor de Z para el nivel de confiabilidad de 95% (1.96).

El análisis estadístico se realizó por indicadores estadísticos descriptivos para estudios sociales a través del paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estrategias de los productores

Los productores se dedican a actividades tales como jornalero (40%), albañilería y empleado (5%), comerciantes (12%) otras actividades como ganadería, cultivo de maíz, frijol, nopales, panadería, y cría de animales domésticos (43%), de esta forma subsidian actividades de la cafecultura, de tal manera que la pluriactividad es importante ya que la ejecución de actividades agropecuarias y no agropecuarias garantiza la sobrevivencia de la familia rural (De Grammont, 2009). Gras (2004) define la pluriactividad como mezcla de tareas y actividades laborales que realizan los productores y sus familias, ya sea dentro o fuera de la finca o del sector agropecuario. Las actividades a las que se dedican los hijos de los productores son muy diversas, el 52% de los productores mencionaron que sus hijos si se dedican a actividades cafetaleras, y 48% señalaron que se dedican a actividades diversas (jornalero (12%), oficios como albañil, carpintero u plomero (5%), empleados diversos (10%), empleada domestica (1%), profesores (5%), comerciantes (1%) y otras actividades (66%) que incluyen a estudiantes, ama de casa, taxistas, etcétera. Muchas veces estas actividades son realizadas fuera de la localidad, generalmente en ciudades de Xalapa y Alto Lucero de Veracruz, muchos más se encuentran dispersos en otros estados, y finalmente algunos productores mencionaron que sus hijos se encuentran en los Estados Unidos de América.

Fuentes de los recursos en las familias cafetaleras

Los recursos de los productores que invierten en el cultivo de café provienen generalmente de la venta de la cosecha, además se encontró que se apoyan de otros recursos provenientes de actividades no agropecuarias (12%), de préstamos y créditos (3%), de remesas y subsidios provenientes de algún programa o pensión (16%), o de ahorros personales. En cuanto a la pregunta ¿porque se dedican al cultivo del café? Los resultados indicaron que 80% de los productores lo hacen debido a que es el cultivo más producido en la zona, por tradición y por ser la única fuente de ingresos y por su fácil manejo, rentabilidad y experiencia sobre el cultivo (20%). Los productores, mayores de edad y con mayor experiencia en la cafecultura, mencionaron que han adoptado otras estrategias para mejorar la producción, entre la más mencionada fue la producción a base de abonos orgánicos de origen animal (estiércoles) y vegetal (pulpa de café, hojarasca de árboles) suplementados al suelo para mejorar la producción.

Sistema de sombra

Las fincas cafetaleras en la localidad de estudio cuentan con sistemas de sombra formado por diferentes especies de árboles, por ejemplo el árbol de jinicuil (*Inga jinicuil*) y chalahuite (*Inga spuria*), además del plátano (*Musa sp.*) que proporcionan el nivel de sombra adecuado para el desarrollo del cultivo; algunos de los encuestados mencionaron que también existen otras especies forestales pero que no proporcionan el mismo beneficio más bien son competidores por nutrientes y otros recursos con las plantaciones de café, pero por la falta de recursos

no les dan el mantenimiento adecuado a los cultivos (Figura 2).

Según Moguel y Toledo (2004), el 60% del área cultivada con café en México, se relaciona con especies de árboles de sombra nativos y/o introducidas, sin embargo existe 17% de zonas cafetaleras que no presentan algún tipo de sombra (Anta, 2006). En un estudio realizado en el estado de Puebla, México, se registró gran diversidad de flora útil asociada a los cafetales, que incluyeron 319 especies, pertenecientes a 238 géneros y 99 familias; de estas 102 son especies arbóreas, 99 arbustos y 118 especies de hierbas. Además de la utilidad como sombra hacia los cafetales, existen 173 especies que pueden ser utilizados con fines medicinales y 153 especies con fines comestibles (Martínez *et al.*, 2007). Las fincas cafetaleras están conformadas en promedio por 2.5 ha por productor, habiendo parcelas de entre 0.5 y 12 ha, los cuales el 63% se encuentran dispersas y 37% las tienen compactas. La producción obtenida en el 2015 fue de 1462 kg ha⁻¹ propiciando rendimientos económicos de \$12945 pesos MX, cada kg de café en la localidad se vendió a \$8.90 MX, con un costo de producción de \$5.30 MX y ganancias de \$3.30 pesos MX por kg. En la zona de estudio uno de los principales limitantes para la producción es la falta de recursos económicos, lo que induce el manejo inadecuado de los cultivos. Algunas de las actividades culturales realizadas en el cultivo de



Figura 2. Cafetal con sistema de sombra.

café son la limpieza, poda, corte del fruto, chapeo y resiembra de la planta. La limpieza se realiza entre los meses de abril a diciembre, pero la mayoría de los productores realizan esta actividad durante los meses de mayo (43.3%), junio (31.7%) y octubre (31.7%), el cual consiste en quitar toda la maleza del cultivo. La poda es realizada en el meses de mayo 51.7%, y 48.3% de los productores llevan acabo esta actividad en el meses de mayo, junio y septiembre, y consiste en cortar las ramas de los arboles que son de sombra de tal manera que la luz llegue adecuadamente al cafeto favoreciendo la productividad de las plantas. El primer corte o cosecha inicia en noviembre y diciembre, seguido de enero, febrero, marzo y abril (segundo y tercer corte), la mayoría de la producción recolectada se realiza en los meses de enero, febrero y marzo.

El chapeo del cultivo se lleva a cabo entre los meses de julio y diciembre, la mayoría de los productores (45 %) mencionaron que lo realizan en octubre y noviembre; esta actividad se realiza con herramientas rudimentarias principalmente el machete. La resiembra del cultivo generalmente es de junio a septiembre, con el objetivo de sustituir plantas que están enfermas, plantas muy viejas, o incluso muertas. El 48% de los productores mencionaron realizar esta actividad en el mes julio y 33% indicaron resembrar en junio; estos meses son los más aptos para realizar la resiembra del cultivo debido a que es temporada de lluvias y el clima es favorable para la adaptación de las plántulas al campo (Cuadro 1).

El chapeo del cultivo se lleva a cabo entre los meses de julio y diciembre, la mayoría de los productores (45 %) mencionaron que lo

realizan en octubre y noviembre; esta actividad se realiza con herramientas rudimentarias principalmente el machete. La resiembra del cultivo generalmente es de junio a septiembre, con el objetivo de sustituir plantas que están enfermas, plantas muy viejas, o incluso muertas. El 48% de los productores mencionaron realizar esta actividad en el mes julio y 33% indicaron resembrar en junio; estos meses son los más aptos para realizar la resiembra del cultivo debido a que es temporada de lluvias y el clima es favorable para la adaptación de las plántulas al campo (Cuadro 1).

El chapeo del cultivo se lleva a cabo entre los meses de julio y diciembre, la mayoría de los productores (45 %) mencionaron que lo

Estrategias de venta del café en la localidad

Con los datos obtenidos en campo se calculó que 90% de los productores venden su café en forma de café cereza o capulín y únicamente 10% en café pergamino; la mayoría (90%) de los productores manifestaron vender sus productos dentro de la localidad y muy el 10% en la cabecera municipal y en la capital del estado (Figura 3).

Probablemente estos problemas que enfrentan los cafeticultores se deben a que no están organizados, como se reflejó al encontrar que el 93% de los encuestados mencionaron no pertenecer a ninguna organización lo que podría estar limitando el buen desarrollo de los cafeticultores. Al respecto Gordon (2005) menciona que las organizaciones son transcendentales ya que al unir fuerzas proporcionan las relaciones sociales, la solución a sus problemas, participación y confianza entre sus miembros, con el objetivo de promover proyectos que favorezcan en si a la comunidad (Moyano, 2006).

Limitantes del cultivo de café

De acuerdo a las actividades que se realizan en las fincas cafetaleras se

Cuadro 1. Calendario de actividades (frecuencia y porcentajes) realizadas por los productores en la cafecultura.

Meses	Limpia		Poda		Corte		Chapeo		Resiembra	
	Frecuencia (%)									
Enero	0 [¥]	0	0 [¥]	0	60	100	0	0	0	0
Febrero	0	0	0	0	60	100	0	0	0	0
Marzo	0	0	0	0	58	96.7	0	0	0	0
Abril	5	8.3	0	0	38	63.3	0	0	0	0
Mayo	26	43.3	32	51.7	0	0	0	0	0	0
Junio	19	31.7	0	0	0	0	0	0	20	33.3
Julio	7	11.7	0	0	0	0	3	5	29	48.3
Agosto	10	16.7	0	0	0	0	2	3.3	14	23.3
Septiembre	11	18.3	28	48.3	0	0	4	6.7	3	5
Octubre	19	31.7	0	0	0	0	12	20	0	0
Noviembre	15	25.0	0	0	4	6.7	15	25	0	0
Diciembre	1	1.7	0	0	37	61.7	3	5	0	0

¥ Los valores en cero (0) indican que no se realiza la actividad correspondiente.

encontró que el 83% de los productores han limitado sus actividades productivas debido a la falta de recursos económicos, únicamente el 17% de ellos mencionaron que no se han visto limitadas por la falta de financiamiento. Según las encuestas realizadas se observó que 55% de los productores han tenido que suspender temporalmente sus actividades en las fincas o no han podido completarlas debido a la escasa contratación de jornales, el 42% de los productores respondieron que no se han abastecido de materias primas o insumos para el cultivo, y finalmente 3% han tenido que suspender temporalmente sus cosechas debido a la escases de recursos económicos.

Los beneficios que se obtienen con la producción del café en la localidad La Sombra son muy diversos pero no logra satisfacer todas las necesidades de los productores por lo que los ingresos son distribuidos a diferentes sectores según las necesidades de las familias. Del total de encuestados el 83% mencionaron que sus ingresos son invertidos para el sustento de las fincas cafetaleras, 80% mencionaron que lo invierten en la alimentación, 43% invierten en

sus viviendas, 27% los destinan a medicamentos y finalmente el 15% del total invierten estos ingresos en otras necesidad de las familias

CONCLUSIONES

El cultivo de café es el principal sustento de la localidad La Sombra, a pesar de que no satisfacen todas sus necesidades los productores utilizan sus experiencias realizando las actividades de manera tradicional, han diversificado sus actividades y han buscado apoyos gubernamentales, proporcionando la continuidad del cultivo. La edad de experiencia en promedio de los productores es de 33 años en el manejo del cultivo y ha persistido durante varias generaciones. Los ingresos obtenidos por la venta del café son distribuidos en la alimentación, vivienda y salud de las familias, el 50% de estos ingresos son utilizados para el manejo de los cafetales pero pueden disminuirse ya que los recursos destinados a las familias no logran satisfacer sus necesidades. El cultivo de café, además de los ingresos que genera se encuentra subsidiada por la mano de obra asalariada, por la venta de otros productos,

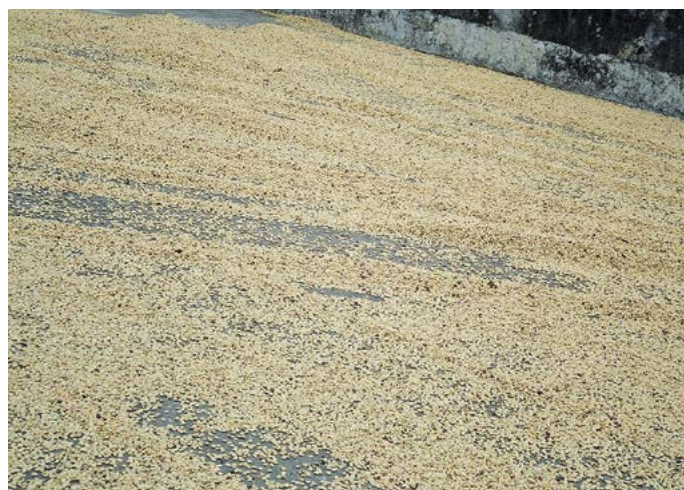


Figura 3. Café pergamino en el asoleadero.

por préstamos y créditos, remesas o subsidios provenientes de algún programa o pensión y por ahorros personales.

LITERATURA CITADA

- Arteaga A.C. 2007. Pobreza y estrategias familiares: debates y reflexiones. Rev. M. No. 17. Pág. 144-164.
- Anta F.S. 2006. El café de sombra: un ejemplo de pago de servicios ambientales para proteger la biodiversidad. Instituto Nacional de Ecología, México. Gaceta Ecológica No. 80. Vol. 46. Pág. 19-31.
- Argüello O. 1981. "Estrategias de supervivencia: un concepto en busca de su contenido". En: Demografía y Economía. Benítez Z.R., Bueno G, M., Cabrera G., Gollas M., Lerner S., Morelos J.B., Oliveira O., Solís L., Urquidi V. I. (Eds). XV(2): 190-203
- Barreto M.Á., Benítez M.A., Puntel M.L. 2013. Estrategias de supervivencia. Soluciones adecuadas a partir de un estudio de caso (resistencia, argentina, 2013). Revista invi. No. 30 Vol. 84. Pág. 19-57.
- Grammont, H. 2009. La nueva estructura ocupacional en los hogares rurales mexicanos. En Hubert de Grammont y Luciano Martínez Valle (Eds). La pluriactividad en el campo mexicano. Pág. 273-303.
- Gras C. 2004. Pluriactividad en el campo argentino: el caso de los productores del sur santafecino. Cuadernos de Desarrollo Rural. No. 51. Vol. Pág. 91-114.
- Galindo A.1994. "La agricultura de tiempo parcial en los países industrializados: el caso de Italia". Comercio Exterior. Banco Nacional de Comercio Exterior, México. No. 4. Vol. 44. Pág. 313-320.
- Garrido M.L., GIL C.E. 1993. "el concepto de estrategias familiares. En: Garrido M, L., Gil C, E. (Eds). Estrategias familiares.
- Gordon S. 2005. Confianza, capital social y desempeño de organizaciones. Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales, ene-mar. No. 193. Vol. 47. Pág. 41-55.
- Martínez M.A., Evangelista V., Basurto F., Mendoza M., Cruz-Rivas A. 2007. Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México. Revista Mexicana de Biodiversidad No. 78. Vol. 50. Pág. 15-40.
- Moguel P., Toledo V.M. 2004. Conservar produciendo: biodiversidad, café orgánico y jardines productivos. Biodiversidad. No. 55. Pág. 2-7.
- Moyano E. 2006. El asocianismo en el sector agroalimentario y su contribución a la generación de capital social. Documentos de trabajo. Instituto de Estudios Sociales Avanzados. CSIC. 20p.
- Rosas B.M. 2013. Nueva Ruralidad desde dos visiones de progreso rural y sustentabilidad: Economía Ambiental y Economía Ecológica. Revista Latinoamericana. No. 12. Vol. 34. Pág. 225-241.



AVE DEL PARAÍSO (*Strelitzia reginae* Ait.) ASPECTOS FUNDAMENTALES PARA SU PRODUCCIÓN COMERCIAL

BIRD OF PARADISE (*Strelitzia reginae* Ait) FUNDAMENTAL ASPECTS FOR ITS COMMERCIAL PRODUCTION

Ramírez-Guerrero, L.¹; García-Villanueva, E.²; Navarrete-Valencia, A.L.¹; García-Osorio, C.²; Arévalo-Galarza, L.^{2*}

¹Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, Km 9 Carretera Tepic-Compostela, Xalisco Nayarit. ²Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo Km 36.5 Carretera México- Texcoco C. P. 56230, Texcoco, Estado de México.

*Autor para correspondencia: larevalo@colpos.mx

RESUMEN

Dentro de las flores tropicales, el ave de paraíso (*Strelitzia reginae* Ait.) tiene amplia aceptación por el consumidor, dada su belleza y durabilidad en el florero. Es una planta tropical perene monocotiledónea que se utiliza como planta de maceta y flor de corte. Es una planta considerada exótica, sin embargo su producción comercial es limitada debido a la baja tasa de multiplicación natural. Los métodos de propagación convencionales son por semilla o por división de plantas sin embargo ambos métodos son muy lentos, asimismo es necesario conocer las dosis de fertilización más adecuadas y los métodos de conservación postcosecha que mejoren la vida de florero. Por lo anterior en esta revisión se analizan aspectos morfológicos, métodos de propagación, nutrición y manejo postcosecha, que permitirán un conocimiento más extenso de esta especie con amplias perspectivas de crecimiento en el comercio de plantas ornamentales.

Palabras clave: Flor tropical, producción, comercio, Nayarit, México.

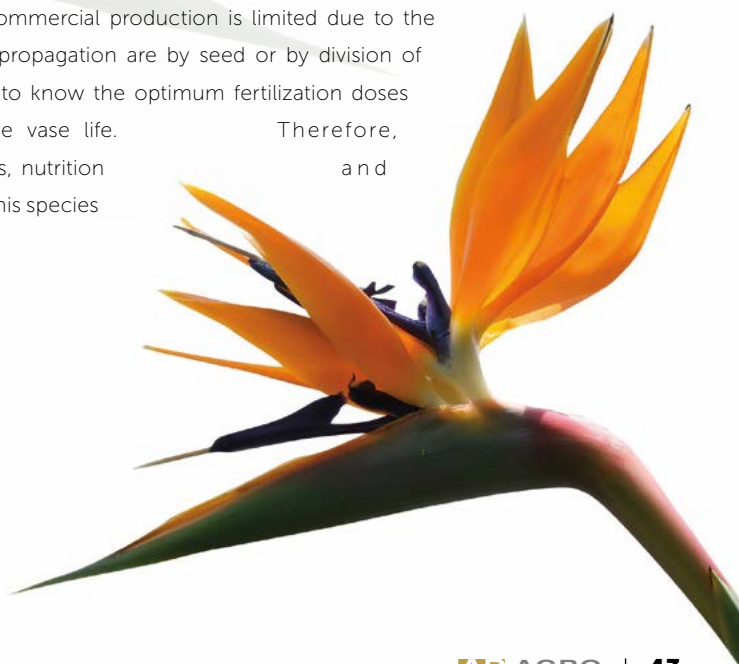
ABSTRACT

Within the tropical flowers, the bird of paradise (*Strelitzia reginae* Ait.) has wide acceptance by the consumer, given its beauty and durability in the vase. It is a perennial monocotyledonous tropical plant that is used as a potted plant and cut flower. The plant considered exotic, however its commercial production is limited due to the low rate of natural multiplication. The conventional methods of propagation are by seed or by division of plants however both methods are very slow, also it is necessary to know the optimum fertilization doses and the methods of postharvest preservation that improve the vase life. Therefore, this review analyzes morphological aspects, propagation methods, nutrition and postharvest management, which will allow a deeper knowledge of this species with wide prospects of growth in the trade of ornamental plants.

Keywords: Tropical flower, production, trade, Nayarit, Mexico.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 3, marzo, 2017, pp: 43-49.

Recibido: Junio, 2015. **Aceptado:** Diciembre, 2016.



INTRODUCCIÓN

El ave del paraíso (*Strelitzia reginae* Ait.) (Strelitziaceae) está considerada dentro de las flores tropicales más sobresalientes junto con las orquídeas, heliconias, alpinias y anturios. Debido a su belleza es considerada como exótica, sin embargo no existen estadísticas específicas en el comercio internacional de ave del paraíso excepto para las orquídeas. Se ha estimado que las flores tropicales representan entre 20-30% de las flores que se comercian en las subastas holandesas y en la Unión Europea, sin embargo no se especifica la especie, por lo cual es muy difícil realizar cálculos confiables. En México por ejemplo, el SIAP (2013) reportó una extensión sembrada de ave de paraíso de 218.5 ha con producción de 90,061.5 gruesas (144 flores) con valor cercano a US \$1.3 M de dólares para el mismo año. Las flores tropicales ocupan alrededor del 5% del mercado mundial de flores, dominado por las flores tradicionales entre las que destacan rosa, clavel y crisantemo. Acorde con Pizano (2005) Costa Rica y México han incrementado sus exportaciones de ave de paraíso principalmente a Estados Unidos, mientras que las Islas Canarias exportan a Europa. En Estados Unidos, los estados de California y Hawái son los principales productores, sin embargo la exportación de esta especie se enfrenta a diversas dificultades, entre las que destacan: reducción de la demanda de flores por el consumidor, debido a la crisis que afecta a los países europeos; los requisitos postcosecha que difieren de las ornamenta-

les tradicionales, tales como la susceptibilidad a bajas temperaturas (mayores a 8 °C), costos de transporte, por su peso y volumen, y estándares de calidad poco específicos entre otras. A pesar de estas circunstancias para el mercado de exportación, existe una demanda creciente en el mercado nacional, que puede mejorar al ofertar tallos florales de ave de paraíso de mejor calidad y durabilidad en el florero; además, dadas sus características de productividad, presenta una opción para que los productores, diversifiquen la producción hacia otras ornamentales y plantas de follaje junto con esta especie floral. Por lo anterior en este trabajo se abordan algunas características del ave de paraíso, desde su morfología, reproducción, nutrición hasta el manejo postcosecha.

Morfología

Strelitzia reginae Ait. llamada ave de paraíso pertenece a un género de plantas monocotiledóneas, considerado como uno de los más avanzados evolutivamente, ya que su polinización es especializada, pues requieren especies de aves como el tejedor del cabo (*Ploceus capensis*) (Coombs *et al.*, 2007) y mascarita norteña (*Geothlypis trichas*) (Hoffmann *et al.*, 2011), que posean un pico lo suficientemente largo para tomar el néctar y cumplir con la función de polinizar a otras plantas conocido como el "síndrome de polinización ornitófila" (Heywood, 1985). El tallo de *Strelitzia* es un rizoma que presenta entrenudos cortos de crecimiento horizontal de donde se forman gruesas raíces adventicias (± 2 mm de diámetro)

que emergen principalmente de los nudos y generalmente no se ramifican. Las hojas constan de una vaina que rodea al tallo y envuelve a las hojas jóvenes protegiéndolas durante su desarrollo inicial. Luego continúa hacia el ápice con un peciolo y finalmente se localiza una lámina simple y lanceolada con una venación paralela y ortogonal a la vena media (Radford *et al.*, 1974) (Figura 1).

La belleza de la flor radica en que asemeja la cabeza de un ave con una cresta anaranjada y un pico azul y oscuro-rojizo; aunque, en realidad no se trata de una flor solitaria sino de una inflorescencia cimosa (con crecimiento determinado) y de simetría bilateral. La flor es sésil, siendo la porción blanca y triangular que se

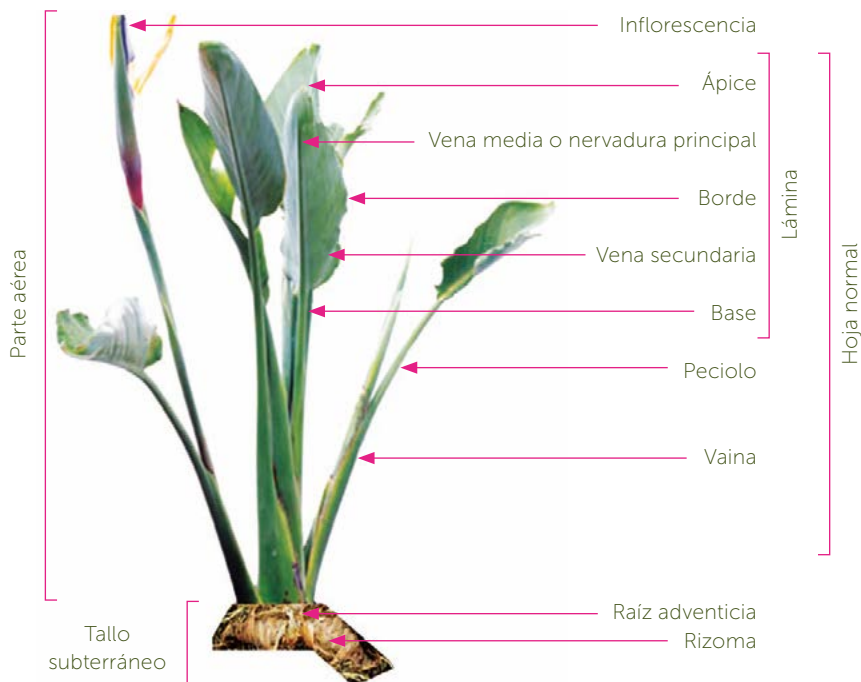


Figura 1. Ave del paraíso (*Strelitzia reginae* Ait.), morfología vegetativa y reproductiva.

observa hacia la base de cada flor, un ovario alargado. El tallo de la inflorescencia se denomina escapo, la inflorescencia presenta tres tipos de hojas modificadas con respecto de la hoja normal denominadas brácteas o hipsófilos: los basales que constan una vaina verde y envuelven a la inflorescencia cuando está brotando para protegerla y quedan asociados al escapo en la floración. El segundo tipo protege a las flores, su color es verde intenso con tonos rojizos, de mayor tamaño. Estos dos tipos de hipsófilos son estériles ya que sus yemas axilares no brotan. Finalmente se localizan los hipsófilos blancos de cuya yema axilar se forma cada flor, éstos son eliminados en las florerías por no tener una importancia ornamental (Sitte *et al.*, 2004) (Figuras 2 y 3).

Los antófilos estériles de la flor conforman el cáliz y la corola, los externos son tres de color naranja, dos de igual tamaño y forma y uno más delgado del mismo color. La corola es azul, consta de tres pétalos, dos muy grandes y fusionados entre sí que a su vez están fusionados con las anteras de los estambres. El tercero es azuloso pequeño y se encuentra hacia la base de los grandes (Heywood, 1985) (Fi-

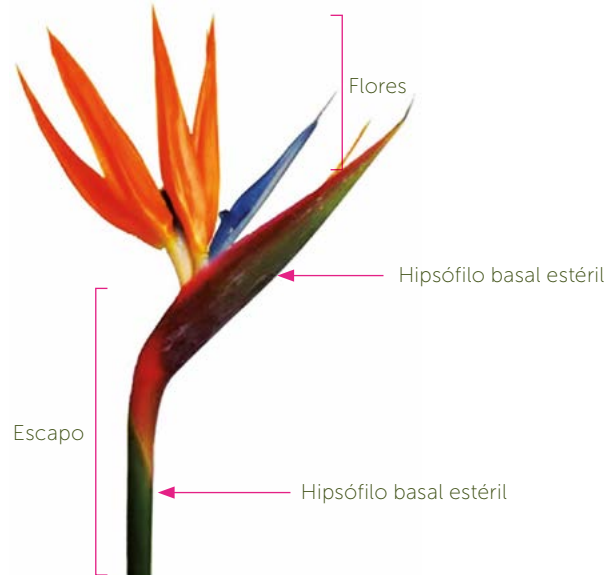


Figura 2. Morfología de la inflorescencia del ave de paraíso (*Strelitzia reginae* Ait.)

poco más grueso. Finalmente hacia la base se presenta el ovario, compuesto por tres hojas denominadas carpelos que al fusionarse forma una sola estructura triangular con tres cavidades o lóculos. En cada lóculo se encuentran dos hileras de óvulos pedunculados conformados

por el cuerpo y el funículo pequeño pero perceptible (Evert, 2006) (Figura 3).

El ovario es ínfero, que fecundado se transformará en el fruto o cápsula, éste es seco dehiscente con varias semillas, provenientes del desarrollo de los óvulos. Las semillas presentan un arilo proveniente del funículo que es filamentososo de



Figura 3. Estructura de la flor del ave de paraíso (*Strelitzia reginae* Ait.) e hipsófilo asociado.

color naranja y lleno de azúcares, atractivo para los dispersores (Font-Quer, 1982) (Figura 4).

Propagación

S. reginae es una planta que produce flores a través del año, especialmente durante el verano (Lamas, 2002), requiere un mínimo de cuatro horas de sol todos los días (Bautitz y Nieva, 2007). La mejor producción se obtiene de climas cálidos tropicales, temperaturas óptimas cercanas a 25 °C y mínimas de 10 °C y humedad relativa de 70% (Lamas, 2002), aunque, también se produce favorablemente en regiones subtropicales con temperaturas nocturnas cercanas a 12 °C. Puede reproducirse por dos métodos: asexual (van de Pol and van Hell, 1988; Bautitz y Nieva, 2007) y sexual (Ndakidemi y Dakora, 2003), aunque ambos son de lento desarrollo. La primera se caracteriza porque no hay fusión de células sexuales o gametos, solo interviene el progenitor que origina a dos o más descendientes iguales a él en su genotipo y fenotipo, denominados en conjunto clones (González *et al.*, 2007). La multiplicación en *Strelitzia* es por división de plantas a partir de hijuelos o rebrotes que nacen de la planta madre o por cultivo de tejidos mediante el uso de partes pequeñas de la planta llamados explantes, por embriones inmaduros (Karnataka, 2008), proembriones somáticos (Arzate *et al.*, 2008) y el segundo método, es a través de semillas (Sing, 2006) originadas por dos progenitores, donde cada uno aporta una célula sexual o gameto, los cuales se fusionan entre sí para formar el cigoto que es una célula diploide; en este tipo de reproducción, el cigoto al desarrollarse forma un nuevo individuo que no será idéntico a ninguno de los dos progenitores, debido a que procede de

una célula en la que existe recombinación del material genético de los dos antecesores (González *et al.*, 2007). Lo anterior explica porque es una de las pocas especies florales para las cuales no hay cultivares uniformes (Arzate *et al.*, 2008).

Propagación vegetativa o asexual

La propagación vegetativa es la forma más empleada a nivel comercial; aun cuando exige mano de obra e infraestructura especial, para garantizar la calidad de la producción. Puede realizarse por división de matas o por separación de hijuelo, en ambos casos se deben elegir plantas en estado vegetativo o de reposo. Para la reproducción



Figura 4. Proceso de formación del fruto y la semilla del ave del paraíso (*Strelitzia reginae* Ait.).

por este método, las plantas madre deben tener por lo menos 10 años de edad (Zivy y Halevy, 1983; Aterhortua, 1998), de estas pueden desprenderse brotes nuevos o hijuelos de la periferia del matero y plantas jóvenes de entre 4 a 5 años (Sing, 2006). Pivetta *et al.* (2007) indican que la propagación de *S. reginae* puede realizarse por el método de división de plantas, en la que la planta y sus raíces se trasplantan lo más pronto posible en medio estéril, pero si alguna raíz se daña debe eliminarse. Los cortes son impregnados con solución desinfectante y un regulador de crecimiento para estimular el enraizamiento. Debe evitarse el riego dentro de las primeras 72 h, para permitir la formación del callo, y posteriormente, debe hacerse un riego moderado. Aun cuando se recomienda la reproducción de plantas por esta vía, se considera que es un método de propagación lento, por lo que una alternativa es el cultivo de tejidos (Promtep, 1981), la cual tiene varias ventajas entre las que destacan: rápida multiplicación, acortar la fase juvenil, establecimiento de un banco de germoplasma y selección de variantes entre plantas propagadas clonalmente, contribuyendo a la selección de clones mejorados (Karnataka, 2008), obtener plántulas libres de plagas y enfermedades (Aterhortua, 1998; Arzate *et al.*, 2008), así como, la proliferación masiva de plantas (Ziv y Halevy, 1983). Sin embargo, se reportan riesgos debido al oscurecimiento oxidativo y exudado café de la herida del explante que se difunde en el medio provocando necrosis del tejido (Chand, 2008; Sing, 2006; North *et al.*, 2010). Pese a todo, la incubación en completa oscuridad por 10 días (Ziv y Halevy 1983; Hosni, 2001; Arzate *et al.*, 2008), el uso de antioxidantes y adsorbentes de

sustancias inhibitorias en los meristemas de yemas vegetativas, brotes apicales, embriones somáticos y embriones cigóticos o incluidos en el medio de cultivo, reducen la oxidación y permiten crecimiento normal de las plantas (Hosni, 2001; Paiva et al., 2004; Sing, 2006; Karnataka, 2008; Arzate et al., 2008; North et al., 2011).

El medio MS de Murashige and Skoog (1962) es una composición de sales que suministra las necesidad de macro y micronutrientes. La modificación del medio MS de acuerdo al requerimiento nutricional de un embrión y su estado de desarrollo es esencial para lograr un porcentaje alto de germinación y las mejores características morfológicas. Aun cuando se conoce poco de los factores *in vitro* que afectan la germinación de embriones cigóticos de *Strelitzia* spp, North et al. (2011) definió que un medio de cultivo MS, suplementado con carbón activado y vitaminas, es un sistema eficiente de propagación *in vitro* de *Strelitzia*, ya que la interacción entre los componentes del medio afectó significativamente la tasa germinación de embriones, longitud de brotes, desarrollo de raíces y reduce la decoloración del explante y del medio.

Propagación por semilla o sexual

La propagación por semilla es factible pero no recomendable a nivel comercial dada la tendencia al polimorfismo de esta especie, es decir, debido a que tiene alta variabilidad en la progenie, se pierde la uniformidad y estabilidad en la producción de hojas y flores. Adicionalmente, *S. reginae* presenta lento desarrollo, ya que desde la germinación de la semilla hasta la floración puede tardar de 4 a 7 años (Zivy y Halevy, 1983;

Van y Hell, 1988; Aterhortua, 1998; García et al., 2006) y desde la polinización a la cosecha de semilla de 5 a 6 meses. Asimismo, sus semillas presentan dormancia que puede estar ligada a la impermeabilidad del tegumento al agua, a los gases, o presencia de un inhibidor soluble al agua, que tienden a un bajo porcentaje de germinación (van de Venter, 1978; García et al., 2006), por lo que la semilla requiere de tratamientos de escarificación para superarla (Barbosa et al., 2005). Los mejores resultados de producción de plantas por esta vía son cuando se utilizan semillas recién cosechadas y siembran en primavera o iniciando el verano (Sing, 2006).

Nutrición

Las plantas de *S. reginae* responden bien a las aplicaciones de estiércol y composta o fertirriego, por lo que, durante la preparación del terreno y antes de realizar la plantación se sugiere la aplicación de entre 1 a 5 t ha⁻¹ de estiércol. Una vez establecido el cultivo, Aterhortua (1998) propone fertilizar en promedio cada 15 días previo a resultados de análisis foliares y de suelo periódicos, pero manteniendo un equilibrio de los elementos NPK en proporción 2:1:2 durante los tres primeros años y 2:1:6 en los años subsiguientes. La relación 3:1:5 puede estimular la floración, aun cuando la cantidad a aplicar depende del tamaño de la planta (Singh, 2006). En suelos de textura arenosa y deficientes de Ca y K y en plantaciones de 12 años, es necesario incorporar estos elementos. Ramírez (2014) reporta que la fertilización inorgánica y orgánica favorece el desarrollo y la floración de *S. reginae* en aplicaciones mensuales de 50 g de Ca (NO₃)₂ + 10 g KNO₃ + 35 g urea + 500 g de lombricomposta durante el desarrollo. Las características del suelo influyen en la nutrición del cultivo puesto que las deficiencias de Ca, Mg y Cu disminuyen la actividad fotosintética, lo que se refleja en la disminución de la vida postcosecha de las flores cortadas (Halevy y Mayak, 1979). Magaña-Acosta (2013) realizó un estudio de vida postcosecha de tallos provenientes de dos localidades de Nayarit, México, cuyos suelos tuvieron diferentes contenidos de Ca, Mg y K, con 754, 554 y 758 mg kg⁻¹, de estos elementos respectivamente, los tallos tuvieron mayor vida de florero (18.8 días), mientras que en suelos con concentraciones de 137, 190 y 421 mg kg⁻¹ de Ca, Mg y K, respectivamente solo tuvieron 15.9 días. Es recomendable realizar análisis de suelo a las plantaciones para identificar las deficiencias y proveer estos nutrientes que favorezcan la mayor vida de florero que es lo que demanda el consumidor. A pesar de adaptarse a casi todo tipo de suelo, este cultivo prefiere suelos ricos de materia orgánica, bien estructurados con buena capacidad de proveer el agua requerida por la planta, pues es sensible al encharcamiento (Bautitz y Nieva, 2007).

Manejo postcosecha

Índice de cosecha

Los tallos florales de ave de paraíso se cosechan jalándolos desde la base de la planta al pie del rizoma, temprano en la mañana, puesto que los tallos son más turgentes. En la etapa comercial la bráctea se han dividido en la punta y la primera flor empieza a salir, mientras que los sépalos naranjas pueden vislumbrarse aunque no están extendidos (Figura 5). Algunos productores cubren la cabeza de la flor con una malla protegiendo el primer florete a la cosecha. Los tallos deben cortarse entre dos y cinco días antes de la eta-

pa comercial cuando los floretes están dentro de la bráctea, para evitar que tengan demasiado mucilago y néctar. Los tallos se manejan en seco y se transportan a la empacadora (Criley y Paull, 1993). Se ha registrado que en tallos cortados con la espata semiabierta y con flor emergida logran mayor vida postcosecha, aunque, la diferencia entre etapas de apertura floral es la emergencia de un mayor número de flores en tallos con una flor abierta (Magaña-Acosta, 2013).

Condiciones postcosecha

La vida de florero que pueden alcanzar los tallos de ave de paraíso pueden variar de 6 a 18 d, sin embargo existen diversos factores pre cosecha que pueden afectarlo, por ejemplo: condiciones de crecimiento (temperatura, estado nutricional de la planta, estrés, etcétera), índice de cosecha, y condiciones postcosecha, tales como temperatura, estrés hídrico, uso de soluciones de pulso o preservativas, manejo húmedo o seco entre otras (Arévalo-Galarza *et al.*, 2012). En la empacadora, los tallos se pueden cortar a la medida deseada que puede ser entre 60-120 cm, dependiendo del mercado. Es importante considerar que tallos más largos promueven mayor vida de florero por las reservas de nutrientes y agua. Las flores pueden lavarse para remover el polvo, insectos o exudados, ya que debido a su estructura es frecuente que éstos se introduzcan. La aplicación de un fungicida es opcional para prevenir el desarrollo de hongos, que es frecuente debido al alto contenido de sólidos solubles totales (11.5-13.0%) en el néctar, así como en el mucilago (3.0%) presente en la base de la bráctea, por lo que debe asegurarse que la inflorescencia este seca y sin néctar antes del empaque, o cosechar las flores en etapa temprana (2 d antes de la etapa comercial), sin embargo se tiene la desventaja de que las flores jóvenes no desarrollan plenamente, lo cual puede compensarse con el uso de soluciones de pulso (Jaroen-

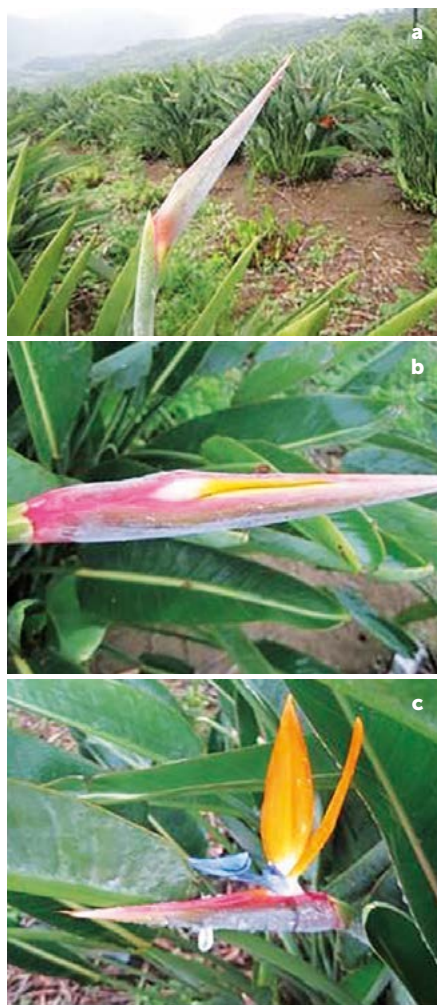


Figura 5. Etapas de apertura floral: a) Espata cerrada; b) Espata semiabierta y c) Espata abierta con una flor emergida (Magaña-Acosta, 2013).

kit y Paull, 2003). Bayogan *et al.* (2008) y Ali y Hassan (2014), mencionan la efectividad de las soluciones pulso y preservativas basadas en sacarosa, HQC y compuestos de plata (tiosulfato o nitrato) para mejorar la apertura floral y vida de florero de los tallos. Se ha observado la falta de efectividad del ácido oxiacético y 1-metilciclopropeno (1-MCP) en incrementarla. Pruebas realizadas por Espinoza (2014) con soluciones pulso de citrato de 8-hidroxiquinoleina y tidiazuron, solas y mezcladas con 5 % de azúcar en tallos florales con espata semi-abierta y tallos con una flor emergida de ave de paraíso, mostraron que la 8-hidroxiquinoleina + 5 % de azúcar contribuyó en la producción de mayor número de flores por espata en ambas etapas de apertura floral pero solo en tallos con una flor emergida esta sustancia influyó para prolongar la vida de florero. Puesto que las aves de paraíso son flores de origen tropical, no deberán mantenerse en temperaturas menores a 8 °C, de otra forma

se provocan daños por frío y presenta senescencia acelerada, caracterizada por la presencia de depresiones y oscurecimiento de la bráctea, así como deshidratación y reblandecimiento de los floretes.

LITERATURA CITADA

- Ali E., Hassan F. 2014. Postharvest quality of *Strelitzia reginae* Ait. cut flowers in relation to 8-hydroxyquinoline sulphate and gibberellic acid treatments. *Scientia Agric.* 2 (2): 77-82
- Arévalo-Galarza M.L., García-Osorio C., Rosas-Saito G.H. 2012. Factores que afectan la vida de florero en flores de corte. *Agroproductividad* 5 (3): 28-35.
- Arzate F.A.M. 2008. Inducción de proembriones somáticos en ave del paraíso (*Strelitzia reginae* Bank). *Revista Fitotecnia Mexicana* 31:183-186.
- Aterhortua G.L. 1998. Ave del paraíso *Strelitzia*, Gingers Alpinia, Heliconia. Ediciones Hortitecna Ltda. Santafé de Bogotá, D.C. 28 p. ISBN 9789589595145
- Barbosa J.G., Mantovani A.E., Fernandes Dos Santos D.D., Nunes V.A. 2005. Efeito da escarificação ácida e de diferentes

- temperaturas na qualidade fisiológica de sementes de *Strelitzia reginae*. Revista Brasileira de Sementes, 27(1): 71-77.
- Bautitz F., Nieva C.I. 2007. Vegetative propagation of *Strelitzia reginae* with several types of seedlings and substrates. Revista Acadêmica Curritiba. 5(1):47-55.
- Bayogan E.R.V., Jaroenkit T., Paull R.E. 2008. Postharvest life of Bird-of-Paradise inflorescences. Postharvest Biol. Technol. 48: 259-263.
- Chand M. 2008. Multiple shoot formation from dissected embryos of *Strelitzia reginae* (Bird of Paradise). http://www.urop.uci.edu/symposium/past_symposia/08/program_a-g.pdf [17 February 2009].
- Coombs G., Mitchell S., Peter C.I. 2007. Pollen as a reward for birds. The unique case of weaver bird pollination in *Strelitzia reginae*. South African J. Botany 73: 283.
- Criley R.A., Paull R.E. 1993. Review: Postharvest handling of bold tropical cut flowers...anthurium, alpinia purpurata, heliconia and strelitzia. Acta Hort. 337:201-212.
- Evert R.F. 2006. Esau Anatomía Vegetal: meristemas, células y tejidos de las plantas: su estructura, función y desarrollo. Ed. Omega. 3ra. Edición. Barcelona, España, 614 p.
- Espinoza L.L.F. 2014. Soluciones pulso durante postcosecha de tallos florales en dos estados de madurez de ave de paraíso (*Strelitzia reginae* Aiton). Tesis de Licenciatura. Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit, México. 49 p.
- Font-Quer P. 1982. Diccionario de Botánica. 8ª reimpresión. Barcelona: Editorial Labor, Barcelona. 1244 p.
- García A.S., Branquinho E.G.D.A., Menuchi A.C.T.P., Erlacher K.C., Domingues M.C.S. 2006. Efeito de reguladores vegetais na germinação e desenvolvimento da semente *Strelitzia reginae*. Thesis São Paulo ano III, 5: 161-176.
- González E.A., Cedillo P.E., Díaz G.L. 2007. Morfología y Anatomía de las plantas con flores. Ed. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. México. 276 p. ISBN 9789680203581
- Halevy A.H., Mayak S. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part 1. Hort. Re. 1:204-236.
- Heywood V.H. 1985. Las plantas con flores. Ed. Reverté. Barcelona, España. pp. 292-294.
- Hoffmann F., Daniel F., Fortier A., Hoffmann-Tsay S.S. 2011. Efficient avian pollination of *Strelitzia reginae* outside of South Africa. South African Journal of Botany 77: 503-503. Doi:10.1016/j.sajb.2010.09.018.
- Hosni A.M. 2001. Increasing the potential *in vitro* propagation of *Strelitzia reginae* Aiton Arab. Universities J. Agri. Sci. 9:839-852.
- Jaroenkit T., Paull R.E. 2003. Postharvest handling of heliconia, red ginger and bird of paradise. Hortotechnology. 13 (2): 259-266.
- Karnataka J. 2008. Effect of Antioxidant on *in vitro* establishment of *Strelitzia reginae* through shoot tip explants. J. Agric. Sci. 21: 324-325.
- Magaña-Acosta J. 2013. Apertura floral y vida de florero de ave del paraíso (*Strelitzia reginae* Aiton). Tesis de Licenciatura. Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit, México. 39 p.
- Murashige T., Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15: 473-497
- Ndakidemi P.A., Dakora F.D. 2003. Legume seed flavonoids and nitrogenous metabolites as signals and protectants in early seedling development. Funct. Plant Biol., 30: 729-745.
- North J.J., Ndakidemi P.A., Laubscher C.P. 2010. The potential of developing an *in vitro* method for propagating Strelitziaceae. Afr. J. Biotechnol. 9: 7583-7588.
- North J.J., Ndakidemi P.A., Laubscher C.P. 2011. Effects of various media compositions on the *in vitro* germination and discoloration of immature embryos of bird of paradise (*Strelitzia reginae*). Plant Omics J. 4:100-113.
- Lamas A.M. 2002. Floricultura tropical: técnicas de cultivo. Recife: SEBRAE-PE. p. 87.
- Paiva P.D.O., Paiva R., Pasqual M., Paiva L.V. 2004. *In vitro* establishment of *Strelitzia reginae* Banks.). Ciênc e Agrotecnol, 28: 1031-1037.
- Pivetta K.F.L., Barbosa J.G., Araújo E.F. 2007. Propagação de palmeiras e strelitzia. In: Barbosa J G, Lopes LC. Propagação de Plantas Ornamentais. pp. 43-70.
- Pizano M. 2005. International market trends-Tropical Flowers. Acta Hort. 683: 79-86.
- Promptep K. 1981. Embryo and tissue culture of *Strelitzia reginae* Ait. Agris record: XB8110894 propagating Strelitziaceae. Afr. J. Biotechnol. 9: 7583-7588.
- Ramírez B.O.A. 2014. Factores abióticos y agronómicos en la fenología y desarrollo de *Strelitzia reginae* Aiton. Tesis de Maestría en Ciencias en el Área de Ciencias Agrícolas. Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit, México. 89 p.
- SIAP. 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.gob.mx/ave-del-paraíso/> (Consultada el 24 de junio 2015).
- Singh A.K. 2006. Flowers Crops. Cultivation and management. Bird of paradise (*Strelitzia*). New India Publishing Agency. Pitman Pura, New Delhi. India. pp. 37-46.
- Sitte P., Weiler E.W., Radereit V.W., Bresinsky A., Körner C. 2004. Strasburger, Tratado de Botánica. 35a. Ed. Omega. Barcelona, España. 1134 p.
- Radford A. E., Dickison W.C., Massey J.R., Bell C.R. 1974. Vascular plant systematics. Harper and Row Publishers. New York, U.S.A. 891 p.
- van de Venter H.A. 1978. Effect of various treatments on germination of dormant seeds of *Strelitzia reginae* Ait. J. South African Botany, Pretoria, 44(2): 103-110.
- van de Pol P.A., van Hell T.F. 1988. Vegetative Propagation of *Strelitzia reginae*. Acta Hort. 226: 581-586
- Zivy M., Halevy A.H. 1983. Control of oxidative browning and *in vitro* propagation of *Strelitzia reginae*. Hort. Sci. 18: 434-436.

REQUERIMIENTOS NUTRIMENTALES DE LA FLOR AVE DE PARAÍSO (*Strelitzia reginae* Aiton)

NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF THE BIRD OF PARADISE FLOWER (*Strelitzia reginae* Aiton)

Aburto-González, C.A.¹; Alejo-Santiago, G.^{1*}; Urbina-Sánchez, E.²; Enciso-Arámbula, R.¹; Isiordia-Aquino, N.¹

¹Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Agricultura. Carretera Tepic-Compostela Km. 9. Xalisco, Nayarit. México. ²Universidad Autónoma del Estado de México. Centro Universitario Zumpango, Km. 3.5 Camino Viejo a Jilotzingo Valle Hermoso, Zumpango, Estado de México.

*Autor de Correspondencia: gelacioalejo@hotmail.com

RESUMEN

Con la finalidad de conocer el balance y requerimiento nutrimental de la flor Ave del paraíso (*Strelitzia reginae* Aiton), se cuantificó la necesidad de nutrientes bajo sistema comercial de producción, en una parcela de 10 años de establecida, con manejo de fertilización, poda, riego, control de plagas y enfermedades, con una densidad de población de 1,250 matas ha⁻¹, mediante el análisis químico de concentración nutrimental en la biomasa producida en un año. Se concluyó que el requerimiento nutrimental anual en el cultivo fue el siguiente: Macronutrientes (Kg ha⁻¹) N (68.22), P₂O₅ (23.23), K₂O (145.73), CaO (134.66), MgO (10.38) y micronutrientes (g ha⁻¹), Cu (174.7), Fe (282.4), Mn (288.2) y Zn (390.6).

Palabras clave: Ornamental, flor de corte, nutrición, fertilización.

ABSTRACT

With the aim of understanding the nutritional balance and requirement of the bird of paradise flower (*Strelitzia reginae* Aiton), the need for nutrients under a commercial production system was quantified, in a plot established 10 years ago, with use of fertilization, pruning, irrigation, pest and disease control, with a population density of 1,250 plants ha⁻¹, through the chemical analysis of nutritional concentration in the biomass produced in a year. It was concluded that the annual nutrient requirement in the crop was the following: macronutrients (Kg ha⁻¹) N (68.22), P₂O₅ (23.23), K₂O (145.73), CaO (134.66), MgO (10.38) and micronutrients (g ha⁻¹), Cu (174.7), Fe (282.4), Mn (288.2) and Zn (390.6).

Keywords: ornamental, cutting flower, nutrition, fertilization.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 3, marzo, 2017, pp: 50-55.

Recibido: Marzo, 2016. **Aceptado:** Febrero, 2017.



INTRODUCCIÓN

México posee una gran variedad de condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de la floricultura, ya que se cuenta con amplio número de climas y suelos que permiten el cultivo de innumerables especies ornamentales, siendo comercializadas en mercados internos y externos (Samaniego-Gómez, 2012). La floricultura representa una actividad económica importante en México en cuanto a generación de empleo y divisas, en este rubro, los esfuerzos se han encaminado hacia la consolidación de una plataforma exportadora de flor de corte en el país (Orozco, 2007). Entre las flores de corte el Ave de Paraíso (*Strelitzia reginae* Aiton) está adquiriendo relevancia, ya que a nivel nacional de ocupar una superficie de 29 ha establecidas en el año 2000, para el año 2014 registró una superficie de 225 ha (SIAP, 2015), lo cual representa un crecimiento significativo en cuanto a superficie establecida. La nutrición vegetal es clave en la producción de cualquier cultivo; en comparación con el factor clima, la nutrición posee la ventaja de que es un factor controlable de la producción (Laird *et al.*, 1994), mediante la aplicación de fertilizantes, en función de los requerimientos nutrimentales de la especie. Sin embargo, esta información es escasa para especies ornamentales, por lo que resulta complicado generar recomendaciones adecuadas de fertilización. En el cultivo del Ave de Paraíso, el producto de interés es el tallo floral; en este sentido, el rendimiento máximo, tiene una relación directa con la nutrición de la planta (Jainag *et al.*, 2011) (Figura 1).

El suministro de las cantidades de nutrimentos que requiere la planta, se logra a través del conocimiento de su demanda nutrimental (DEM), la cual está directamente relacionada con la capacidad de producción de biomasa, y favorece el ahorro en productos fertilizantes, y a la par se disminuye el efecto nocivo en el ambiente, por la aplicación equivocada. Para determinar el requerimiento nutrimental en el caso de esta planta ornamental perenne, se necesita cuantificar la producción anual de biomasa y la concentración nutrimental en dicha biomasa. Las metodologías para generar recomendaciones de fertilización reciben atención preferente de especialistas en fertilidad de suelos (Etchevers y Volke, 1991; Rodríguez, 1993) y de economistas, debido a la necesidad de utilizar más eficientemente los fertilizantes (Etchevers y Volke, 1991; Martínez y Martínez, 1996), además de los incrementos en precios y necesidad de conservar el ambiente (Weir *et al.*, 1996; Salgado *et al.*, 2001). Uno de los enfoques propuestos se basa en un modelo conceptual que permite estimar la dosis de fertilización, las

bases del modelo indican que para alcanzar un rendimiento en cierta condición agroecológica, se debe satisfacer un balance entre la (DEM) y el suministro del suelo (SUM). Si la demanda de un nutrimento es mayor que el suministro, se producirá un déficit que es necesario suplir con productos fertilizantes. La dosis de fertilización (DF) en situaciones de déficit nutrimental estará definida por la DEM, SUM y por la eficiencia de recuperación del fertilizante por el cultivo (ERF), ya que sólo parte del nutrimento aplicado es aprovechado. El modelo operativo para calcular la dosis de fertilización, se resume en la siguiente

ecuación que plantea Rodríguez (1993) $DF = (DEM - SUM) / ERF$. Actualmente, existen investigaciones en diferentes cultivos, sobre todo anuales, como por ejemplo: maíz y jitomate donde se determinó la demanda de algunos nutrimentos (Bugarín *et al.*, 2002; Rodríguez, 1993). Sin embargo, en Ave de Paraíso, se carece de tal información para generar recomendaciones de fertilización,

la existente es ambigua, ya que son generalizadas (Atehortua, 1998), por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue evaluar el requerimiento nutrimental anual del Ave de Paraíso a través de la cuantificación de nutrimentos de la biomasa que produce.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó, en la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit,



Figura 1. Tallo floral de Ave de Paraíso (*Strelitzia reginae* Aiton).



en una plantación de Ave de Paraíso de 10 años de establecimiento, con una superficie de 1000 m², ubicada en el municipio de Xalisco, Nayarit, México (21° 25' 37.67" N y 104° 53' 27.57" O) a 975 m y precipitación anual de 1232 mm. Con un marco de plantación de 2.5 m entre materos y entre hileras de 3.2 m, (1,250 matas ha⁻¹) en promedio, cada matero poseían diámetro de 1.10 m, altura de planta de 1.30 m y 10 plantas por matero. Se realizó un análisis químico, mediante 20 submuestras a 0-30 cm y 30 cm de distancia del centro de la mata en sus cuatro puntos cardinales, para formar una muestra compuesta. Con los resultados del análisis químico de suelo se establecieron las dosis de fertilización o tratamientos los cuales fueron: T1 (00-00-00), T2 (72-184-200) y T3 (108-276-300) de nitrógeno, fósforo y potasio (N-P₂O₅-K₂O), en g por mata. Las dosis de fertilización para los tratamientos T2 y T3 se dividió en dos y tres aplicaciones respectivamente; la primera se hizo el 22 de noviembre de 2014, la segunda el 23 de enero y la última el 23 de marzo 2015, para el T3. En cada fertilización se aplicaron 200 g de fosfato diamónico (18-46-00)+150 g de sulfato de potasio (00-00-50) por matero, distribuido en un radio de 0.5 m e incorporado en la capa superficial 0-30 cm. El manejo de la plantación consistió en la poda de hojas senescentes, cada dos meses; la eliminación de tallos foliares fue con tijeras de podar, comenzando en el mes de agosto. Los riegos se proporcionaron cada 15 días, de octubre a junio, excepto en los meses de julio a septiembre, por temporada de lluvias. La lámina de riego que se mantuvo durante el desarrollo del cultivo fue de 100 mm ha⁻¹ mensualmente. Cada mes se eliminó la maleza en forma manual y la cosecha de tallos florales se efectuó desde el pedúnculo cuando cada flor llegó a su punto de corte. La concentración nutrimental se evaluó en tallos florales, hojas provenientes de la poda y hojas en completo desarrollo.

Variables en los tallos florales. Producción de tallos florales, ésta variable se determinó monitoreando cada tercer día el número de tallos por planta y sumando el total por mes. La cosecha se llevó a cabo cuando los tallos florales mostraron una fractura leve de color naranja en la superficie superior, lo cual indica que la flor está madura. El peso fresco de los tallos se registró en seguida de haber sido cosechados, en una báscula digital marca Precisa Bj 1200 C. Los tallos florales obtenidos de cada tratamiento se trituraron y mezclaron; de la mezcla se tomó una muestra fresca de 300 g, la cual se lavó con agua destilada y se introdujo a una estufa de aire forzado (marca Lumistell HTP-42) con temperatura de 60°, hasta

que llegó a peso constante. Longitud del tallo floral, se midió con un metro de metal de la base hasta el punto de inicio de la bráctea y se clasificaron en dos categorías las que tuvieron una longitud mayor o igual a 100 cm como de primera y las que tuvieron menos de 100 cm como de segunda.

Variables evaluadas en las hojas de los materos. El número de hojas se monitoreó cada tercer día. Cuando éstas alcanzaron su máximo desarrollo, color verde oscuro, se etiquetaron y contabilizaron como hojas producidas y realizó su sumatoria mensual. El peso fresco se determinó por tratamiento, se eligieron al azar 10 hojas completamente desarrolladas, se cortaron y pesaron, en báscula digital marca Precisa Bj 1200 C. El peso fresco de hoja producida se estimó por mes con la multiplicación del número de hoja producida por el peso promedio de hoja. Peso seco, para determinar este parámetro, las 10 hojas seleccionadas para peso fresco, se lavaron con agua corriente, luego con agua destilada, posteriormente se trituraron y se introdujeron a una estufa con aire forzado (marca Lumistell HTP-42) con temperatura de 60 °C hasta llegar a peso constante; el valor de peso seco se utilizó para estimar la cantidad de materia seca de hoja producida mensualmente, conociendo previamente el número de hojas por mes.

Concentración nutrimental. Una vez identificado el tratamiento con mayor producción anual de tallos florales, las muestras de hoja y flor utilizadas para la obtención de peso seco, se utilizaron para cuantificar la concentración nutrimental y conocer la cantidad de nutrimento que extrae el cultivo por producción de biomasa aérea, en un ciclo de producción anual. Los análisis efectuados fueron los siguientes: nitrógeno total con el método de Kjeldahl (Alcántar y Sandoval, 1999); fósforo con el método de molibdato de amonio (Chapman y Pratt, 1979); potasio por flamometría; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn, a través de espectrofotometría de absorción atómica equipo Varian Spectra AA (Kalra, 1998).

Requerimiento nutrimental. Una vez que se determinó la concentración de nutrimentos en cada órgano y conociendo la cantidad de materia seca producida mensualmente, se obtuvo la cantidad de materia seca producida anualmente por hectárea para la densidad de población de 1,250 materos. La estimación del requerimiento nutrimental se realizó en términos de cantidad de nutrimentos (kg o g) por ha, el dato para cada nutrimento se obtuvo considerando la cantidad de materia seca producida

anualmente, en $t\ ha^{-1}$, tanto por hojas como por tallos florales y la concentración nutrimental respectiva de cada órgano. Se estableció un diseño experimental completamente al azar con 10 repeticiones, cada unidad experimental o matero estuvo constituida por 10 matas. El análisis de varianza de los datos y la comparación de medias de los tratamientos fue mediante la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), para lo cual se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSION

El suelo reportó en cuanto a contenido de arena, limo y arcilla, 63.12%, 20.92% y 15.96% respectivamente, correspondiendo a una textura migajón arenosa; pH 6.62, indicando una condición propicia para el cultivo; el contenido de materia orgánica fue de 2.1%; los valores en $mg\ Kg^{-1}$ de suelo para fósforo fue de 31.63, potasio 489, calcio 1000 y magnesio 453; C.E ($dS\ m^{-1}$) 0.1, lo que indica ausencia de problemas de salinidad. En general, la condición de fertilidad química de la parcela se consideró óptima según la Norma Oficial Mexicana de Análisis de suelo (Diario Oficial de la Federación, 2000).

Producción de tallo floral. Existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre tratamientos en número de tallos florales producidos y por consiguiente, en la cantidad de materia fresca y seca cuantificada (Cuadro 1). El tratamiento con mayor cantidad de tallos (71.5) fue el que recibió tres fertilizaciones superando 23% al tratamiento testigo, esto indica que el aporte nutrimental del suelo no era suficiente para abastecer la necesidad del cultivo. La respuesta a la fertilización ha sido ampliamente documentada y se pre-

senta cuando el suelo por sí solo no es capaz de aportar la cantidad de nutrimentos requeridos por la planta, por lo que se presenta un déficit nutrimental que es necesario suplir con fertilización (Volke et al., 1998). Para conocer la cantidad máxima de fertilizante que se puede aplicar con efecto en producción, se pueden hacer pruebas con dosis crecientes de nutrientes, que demanda tiempo por la cantidad de nutrientes implicados; la otra alternativa es a través de la cuantificación de la producción de biomasa del cultivo, que permite conocer la demanda nutrimental y ajustar más fácilmente las dosis.

El número de tallos florales por planta es proporcional a la edad, aunque incluyen numerosas variables, tales como, calidad de la planta, densidad de siembra, cuidados culturales, fertilización, clima y otras. En la literatura se reporta que plantas con una edad de 10 años producen 30 a 40 tallos florales por año (Atehortua, 1998). Los datos obtenidos en el presente experimento muestran que la planta puede producir anualmente hasta 71 tallos con un manejo adecuado en cuanto a poda, riego, fertilización, control de maleza y enfermedades. Gosek y Rin (2010), obtuvieron seis inflorescencias por planta, en un periodo de 54 semanas, utilizando contenedores con 60% de vermi-

composta, los resultados son similares a los que se obtuvieron en la presente investigación, si se considera que se tuvieron 10 plantas por matero, que corresponde a siete tallos florales por planta.

Longitud del tallo floral. La longitud de tallo fue significativamente diferente entre los tratamientos aplicados. El mayor porcentaje de tallos florales con longitud superior a 100 cm o de primera calidad (28% a 35%), se obtuvo con los tratamientos que recibieron fertilización, T3 y T2 respectivamente; en comparación con el testigo, donde solo 20% de los tallos florales fueron de primera calidad (Figura 2).

Aun cuando el efecto positivo de la fertilización es significativo, se tiene un porcentaje elevado (72% a 80%) de tallos que no alcanzaron la longitud caracterizada como flor de primera calidad, lo anterior puede estar indicando que el cultivo requiere de mayor cantidad de nutrimentos, para aumentar la calidad del producto. El efecto de la nutrición en la longitud del tallo también ha sido reportado por Vlad et al. (2007), quienes aplicaron una dosis de N, P_2O_5 y K_2O , de 80, 72 y 216 g por planta respectivamente y tuvieron una longitud promedio del tallo de 140 cm en los tratamientos con fertilización, mientras que en las plantas sin fertilización, la longitud

Cuadro 1. Producción anual de tallos florales, en Ave de Paraíso (*Strelitzia reginae* Aiton) con densidad de población de 1,250 matas ha^{-1} , edad de 10 años.

Tratamiento (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	NTFM	PFTFM (g)	PSTFM (g)	MSTF (t ha^{-1})
T1 (00-00-00)	58.0 ab ²	8195 b	1475.2 b	1.84 b
T2 (72-184-200)	52.0 b	7435 b	1338.2 b	1.67 b
T3 (108-276-300)	71.5 a	11278 a	2030.0 a	2.53 a

NTFM=Número de tallos florales por matero; PFTFM=Peso fresco de tallos florales por mata; PSTFM=Peso seco de tallos florales por mata; MSTF=Materia seca de tallos florales.

²Medias con letras iguales en columnas son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$).

promedio del tallo floral fue de 95 cm, correspondiendo a tallos de segunda. La mayor longitud del tallo pudo lograrse por la mayor cantidad de potasio que se aplicó, ya que es un nutrimento que se ha relacionado constantemente con la calidad. En un programa de nutrición vía fertirriego Jainag *et al.* (2011) reportaron longitud promedio de 100.3 cm con dosis de 192, 132 y 72 g de N, P₂O₅ y K₂O, una dosis de potasio menor a la utilizada por Vlad *et al.* (2007).

Determinaciones realizadas en hoja. Los resultados (Cuadro 2) indicaron que existieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos de fertilización aplicados; las plantas con tres fertilizaciones mostraron mayor cantidad de hojas, peso fresco, peso seco y cantidad de materia seca por ha, en comparación con los otros dos tratamientos. En la evaluación del efecto del fertilizante en diversos cultivos, el comportamiento es de una curva cuadrática, que indica que existe un punto máximo de respuesta del cultivo en cuanto a producción de biomasa o producto económico; para poder identificar el punto máximo de respuesta de los cultivos a la fertilización se puede realizar mediante la cuantificación de producción de biomasa del cultivo, a través del conocimiento de la concentración nutrimental de los tejidos. El efecto de la nutrición en el incremento del número de hojas ha sido reportado por Clemens y Morton (1999) en heliconias.

Se ha manejado que los cultivos ornamentales demandan pocos nutrimentos, inclusive las recomendaciones de fertilización se manejan en términos de aplicación de composta o incorporación de residuos orgánicos. Con el conocimiento de la capacidad del cultivo en cuanto a producción de biomasa es posible precisar su requerimiento nutrimental.

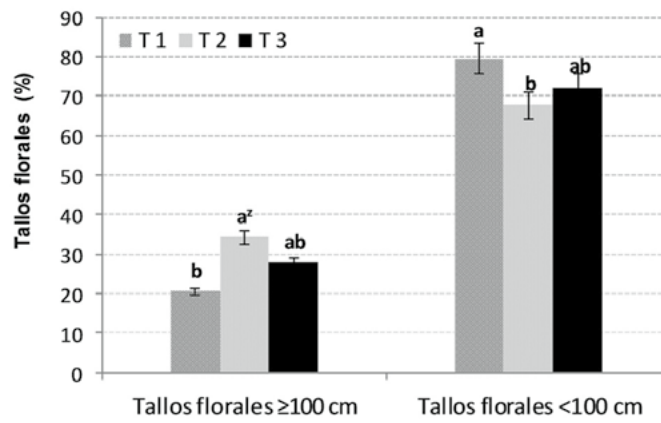


Figura 2. Efecto de la fertilización en la longitud del tallo floral de Ave de Paraíso (*Strelitzia reginae* Aiton), edad de 10 años. T1=(N, P₂O₅,K₂O: 00-00-00 g mata⁻¹); T2=(N, P₂O₅,K₂O: 72-184-200 g mata⁻¹) y T3=(N, P₂O₅,K₂O:108-276-300). ²Medias con letras iguales en columnas son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha=0.05$).

(Eymar, 2005). Con respecto a la concentración de P, Ca, Mn y Cu, Cabezas (2015) reportó valores similares a los encontrados en este estudio como óptimos, además, para N, K, Mg y Fe señala valores semejantes a los obtenidos en esta investigación (Cuadro 3).

Requerimiento nutrimental. La concentración nutrimental cuantificada en hojas y tallos florales producidos, permitió establecer que el cultivo durante el periodo de 12 meses evaluados, con el tratamiento 3, pudo extraer por hectárea las cantidades de nutrimentos, que se observan en el Cuadro 4.

La información referente a la nutrición de Ave de Paraíso recomienda una fórmula generalizada de NPK (10:30:10), una semana después del trasplante para estimular el sistema radicular; una segunda aplicación en proporción (15:15:15) tres meses más tarde y una tercera fertilización con una proporción (15:03:31), para la estimulación de formación de tallos florales (Atehortua, 1998). Lo anterior es sin considerar el aporte nutrimental del suelo y la capacidad de recuperación de fertilizante que posee el

Cuadro 2. Producción anual de hoja, en Ave de Paraíso (*Strelitzia reginae* Aiton) con densidad de población de 1,250 matas ha⁻¹, edad de 10 años.

Tratamiento (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	NHM	PFHM (g)	PSHM (g)	MSH (t ha ⁻¹)
T1 (00-00-00)	125 b	5500 b	1435.94 b	1.79 b
T2 (72-184-200)	120 b	5280 b	1378.52 b	1.72 b
T3 (108-276-300)	145 a	6380 a	1665.71 a	2.08 a

NHM=Número de hojas por mata; PFHM=Peso fresco de hojas por mata; PSTFM=Peso seco de hojas por mata; MSH=Materia seca de hojas. ²Medias con letras iguales en columnas son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha=0.05$).

Concentración y extracción nutrimental.

La concentración de N y K, en tejido foliar se encuentra entre los rangos óptimos de 1.70% a 1.96% y 1.0% a 3.0% respectivamente, reportados para este cultivo por Silva (2008). La concentración nutrimental en otros cultivos ornamentales indican que la concentración foliar se ubica entre los rangos encontrados en el presente experimento

Cuadro 3. Concentración y extracción nutrimental en Ave de Paraíso (*Strelitzia reginae* Aiton), edad de 10 años.

Órgano	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	%					mg Kg ⁻¹			
Tallo floral	1.46	0.27	4.0	2.50	0.16	40.00	75.53	40.48	96.03
Hoja	1.70	0.18	1.1	1.79	0.12	39.95	49.65	101.02	80.38
	Extracción								
	Kg ha ⁻¹					g ha ⁻¹			
Tallo floral	36.94	6.83	101.20	63.25	4.05	101.20	191.09	102.41	242.96
Hoja	35.36	3.74	22.88	37.23	2.50	83.10	103.27	210.12	167.19
Total	72.30	10.58	124.08	100.48	6.54	184.30	294.36	312.54	410.15

Cuadro 4. Requerimiento nutrimental de Ave de Paraíso (*Strelitzia reginae* Aiton) por ha, edad de 10 años. Con densidad de población de 1250 matos.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cu	Fe	Mn	Zn
Kg ha ⁻¹					g ha ⁻¹			
68.22	23.23	145.73	134.66	10.385	174.71	282.45	288.29	390.86

cultivo. Con la información que se obtuvo en el presente estudio, se puede precisar la demanda nutrimental de este cultivo.

CONCLUSIONES

Se concluye que la fertilización que se aplicó tuvo efecto positivo significativo en el cultivo de ave de paraíso; sin embargo, se recomienda evaluar el efecto de una dosis más alta de fertilizante potásico para incrementar el número de tallos florales de primera calidad. Con la extracción nutrimental por producción de flores y hojas, fue posible determinar la demanda nutrimental, expresada en kg ha⁻¹ de nutriente, para establecer un programa de nutrición con enfoque de balance nutrimental.

LITERATURA CITADA

Alcántar G.G., Sandoval V. M. 1999. Manual de Análisis Químico de Tejido Vegetal. Publicación Especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. Chapingo, México. 155 p.

Atehortua G.L. 1998. Aves del Paraíso (*Strelitzia*) Gingers (Alpinia) Heliconias (Heliconia). Ediciones HortiTecnica Ltda. Santafé de Bogotá, Colombia. 66 p.

Bugarín M.R., Galvis S.A., Sánchez G.P., García P.J.D. 2002. Demanda de potasio del tomate tipo saladete. Terra Latinoamericana 20 (4): 391-399.

Cabezas A. Nutrición vegetal en flor de corte en el sur del Estado de México. Publicación electrónica disponible en: <http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio2/Ponencia08.pdf>. Consultado el 16 de noviembre de 2015.

Eymar A., Cadahia C., López D., Martín I. 2005. Fertilización de Plantas ornamentales en: Fertilización de Cultivos hortícolas, frutales y hornamentales. 3ra Edición. Ediciones Mundi-Prensa. 681 pp.

Chapman D., Pratt P. 1979. Métodos de análisis para suelos, plantas y agua. Trillas. México, D. F. 195 p.

Clemens J., Morton H. 1999. Optimizing Mineral Nutrition for Flower Production in Heliconia 'Golden Torch' Using Response Surface Methodology. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124 (6): 713-718.

Diario Oficial de la Federación. 2000. Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-021-RECNAT-2000, que establece las Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreos y Análisis. Tomo DLXV,-12: 6-74. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. 69 p.

Etchevers D.B., Volke H.V. 1991. Generación de tecnologías mejoradas para pequeños productores serie Cuadernos de Edafología 17. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 43 p.

Gosek C., Rin R. 2010. Cultivo de ave-do-paraíso em diferentes substratos. Scientia Agraria 11 (1): 9-18.

Jainag K., Jayaprasad K., Krishna R., Prakash K., Shivanand H. 2011. Influence of fertigation levels and drip irrigation on flower quality of bird of paradise (*Strelitzia reginae* Ait.). Advance research journal of crop improvement 2 (1): 18-20.

Kalra Y. 1998. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press. Boca Ratón. Boston. London. New York. Washington, D. C. 300 p.

Laird J., Turrent A., Volke H.V., Cortés J.I. 1994. Evolución de la Investigación en Productividad de Agrosistemas en México. Terra 12(2): 135-149.

Martínez A., Martínez D.M. 1996. Diseño de experimentos con fertilizantes. Publicación especial 5. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, México. p 115-151.

Orozco H. 2007. Entre la competitividad local y la competitividad global: floricultura comercial en el Estado de México. Convergencia Revista de Ciencias Sociales 14 (45): 111-1160.

Rodríguez J. 1993. La fertilización de los cultivos: Un método racional. Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía. Pontificada Universidad Católica de Chile. ANAGRA, S. A. 291 p.

Salgado S., Núñez R., Peña J., Etchevers D., Palma D.J., Soto M.R. 2001. Eficiencia de recuperación de nitrógeno fertilizante en soca de caña de azúcar sometida a diferentes manejos de fertilización. Terra 19: 155- 162.

Samaniego-Gámez Y., Cano-García V., Colinas-León T.B., Sánchez-Abarca C., Manzo-González A. 2012. Red de mercadeo y rentabilidad de flor de corte en el Valle de Mexicali, Baja California, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3(2): 565-578.

SAS. 2000. Statistical Analysis System versión 9.2., SAS.

Silva L.B. 2008. Diagnóstico del estado nutricional de plantas de ave de paraíso (*Strelitzia reginae*) con el uso de ionómetros portátiles. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán México. 44p (Tesis de Licenciatura).

SIAP. 2015. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera. Disponible en: www.siap.sagarpa.gob.mx.

Vlad I., Vlad M., Chereji H. 2007. Contributions on the development of the *strelitzia reginae* fertilizing method. Analele Universității din Oradea, Fascicula: Protecția Mediului. Vol. XII:193-196.

Volke V., Etchevers J.D., Sanjuan A., Silva T. 1998. Modelo de balance nutrimental para la generación de recomendaciones de fertilización para cultivos. Terra 16 (1): 79-91.

Weir K.C., Ewan W., Vallis I., Catchoole V., Myers J. 1996. Pontential for biological denitrification of fertilizer nitrogen in sugarcane soils. Aust. J.Agric. Res. 47: 67-79.

COMERCIALIZACIÓN DE HELICONIAS (*Heliconia* L.) EN ACAYUCAN, VERACRUZ, MÉXICO

COMMERCIALIZATION OF HELICONIA (*Heliconia* L.) IN ACAYUCAN, VERACRUZ, MEXICO

Linares-Gabriel, A.¹; Velasco-Velasco J.²; Rodríguez-Orozco N.^{3*}; Tinoco-Alfaro C. A.⁴; Hernández-Chontal M.A.¹. López-Collado C.J.¹

¹Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, Km. 88.5 carretera federal Xalapa-Veracruz, Veracruz, México. ²Colegio de Posgraduados Campus Córdoba, Km. 348 carretera federal Córdoba-Veracruz, Córdoba, México. ³Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria-Acayucan, Universidad Veracruzana, Carretera Costera del Golfo km 220, Acayucan, Veracruz, México. ⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. CIR Golfo Centro. C.E. Cotaxtla.

*Autor de correspondencia: nrodriguez@uv.mx

RESUMEN

Se caracterizó el mercado de heliconias (*Heliconia* L.) en Acayucan, Veracruz, México, para identificar su potencial de comercialización. Se aplicó una encuesta a floristas mediante la entrevista dirigida, utilizando un cuestionario, considerando las florerías registradas en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DENU (2015), de INEGI, basándose en el conocimiento y tipos de Heliconias, formas de comercialización, demanda y precio. Los resultados indicaron que el 100% conoce y vende heliconias, sobresaliendo por su venta *Heliconia wagneriana* var. Rainbow (41.6%) en arreglo floral; el precio promedio de tallos florales que compran los floristas es de \$8 a \$10 MX. El consumidor prefiere heliconias grandes (42.8%) y medianas (42.8%) y erectas. La venta de heliconias registró un beneficio/costo de 1.4 a 1.8.

Palabras clave: floristas, comercialización, flores tropicales.

ABSTRACT

The Heliconia market (*Heliconia* L.) in Acayucan, Veracruz, México, was characterized in order to identify its potential for commercialization. A survey was applied to florists through directed interviews, using a questionnaire, taking into account the flower shops registered in the National Statistical Directory of Economic Units (Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, DENU, 2015), from INEGI, based on the knowledge and types of Heliconia, forms of commercialization, demand and price. The results indicated that 100 % knows about and sells Heliconia plants, and *Heliconia wagneriana* var. Rainbow stands out because of its sale (41.6 %) in flower arrangements; the average price of flower stems that florists purchase is \$8 to \$10 MX. The consumer prefers large (42.8 %) and medium (42.8 %) Heliconia that stands erect. The sale of Heliconia showed a benefit/cost of 1.4 to 1.8.

Keywords: florists, commercialization, tropical flowers.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 3, marzo, 2017, pp: 56-61.

Recibido: Agosto, 2016. **Aceptado:** Febrero 2017.



INTRODUCCIÓN

Las heliconias pertenecen a la familia Heliconiaceae del orden Zingiberales son consideradas como flores tropicales, debido a que se desarrollan en temperaturas de entre 18 °C a 34 °C y 98% de éstas se distribuyen en el centro y sur de América y el Caribe (Jerez, 2007; Henao y Ospina, 2008; Cantor *et al.*, 2014). Tomando en cuenta las condiciones climáticas en las que se desarrollan las heliconias y la importancia económica que las caracterizan, los tallos florales presentan mayor resistencia a la pérdida de humedad, de esta forma aseguran mayor vida en florero hasta un máximo de 15 días, en comparación con otras especies (Leyva *et al.*, 2011; Cantor *et al.*, 2014). Cabral y Benedetto (2010) clasifican a las Heliconias en cuatro grupos con base en el tipo de inflorescencias: inflorescencia erecta en un plano (*H. wagneriana*), inflorescencia erecta en espiral (*H. colinsiana*), inflorescencia pendular en un solo plano (*H. rostrata*) e inflorescencia pendular en espiral (*H. chartacea*). De forma común, las heliconias son utilizadas como plantas de ornato, flores decorativas, arreglos florales y en paisajes interiores, algunas especies de porte pequeño pueden ser utilizadas como plantas en maceta (Salamanca *et al.*, 2001; Jerez, 2007; Santos *et al.*, 2009; Cantor *et al.*, 2014). Los principales importadores de flores tropicales como Estados Unidos y países de la Unión Europea demandan esta especie por la durabilidad de inflorescencias, teniendo un excelente potencial de mercado (Díaz *et al.*, 2002; Castro *et al.*, 2007; Cantor *et al.*, 2014). Colombia es uno de los principales países competidores en el grupo de proveedores de Heliconias (Turriago, 2004), y Brasil ha demostrado ser una alternativa económica muy importante (Machado *et al.*, 2011).

En México, esta especie también es considerada de mayor novedad entre las especies tropicales (Tlahuexl *et al.*, 2005), la mayor demanda de arreglos florales, depende esencialmente de las fiestas que se realizan durante todo el año (Salamanca *et al.*, 2001; Taboada *et al.*, 2001). Por lo anterior, el crecimiento de la demanda nacional, hace que actualmente se cultiven cada vez más en estados que disponen de condiciones climáticas tropicales, principalmente en Veracruz, Chiapas y Tabasco (Hernández *et al.*, 2013). En Veracruz, existe un total de 50 ha cultivadas con heliconias en 23 fincas distribuidas en los municipios de Catemaco, Amatlán de los Reyes, Omealca, Córdoba, Fortín, Tezonapa, San Andrés Tuxtla y Santiago Tuxtla (Murguía *et al.*, 2007). La ciudad de Acayucan, Veracruz se localiza en el sur del estado, con importancia económica para el desarrollo de actividades agropecuarias, principalmente ganaderas, y respecto a la venta de flores, ésta actividad no evidencia un impacto económico importante a pesar de que las condiciones agronómicas de la región son pertinentes para la producción de algunas especies ornamentales, además de que existe demanda por un sector de la población, lo cual se infiere por la identificación de sólo 12 florerías establecidas que abastecen a los consumidores de los municipios antes mencionados, por lo que es de gran importancia conocer la dinámica y características de comercialización de flores, en especial de las Heliconias. El objetivo de esta investigación fue el conocer las características del mercado local de He-

liconias en la ciudad de Acayucan, Veracruz, México, para identificar su potencial de comercialización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una investigación exploratoria con floristas de la ciudad de Acayucan, Veracruz, México. De acuerdo al Prontuario de Información Geográfica Municipal (PIGM, 2009), el 92% del municipio es destinado a la actividad agropecuaria. Para determinar la población de estudio se utilizó el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2015), donde se registró el número de florerías por municipio (n=12) de las cuales siete son florerías fijas y cinco semifijas. La investigación comprendió los meses de febrero-mayo del 2015.

La técnica de recolección de información fue a través de una encuesta, aplicada mediante la entrevista dirigida, utilizando como herramienta un cuestionario, el cual fue estructurado por preguntas cerradas y abiertas, relativas a aspectos de comercialización y preferencias del consumidor (Hernández *et al.*, 1997). Se consideró un criterio de inclusión correspondiente a los negocios establecidos y que fueron exitosamente entrevistados; un criterio de exclusión para las florerías informales y florerías que no fueron encontradas; así como un criterio de eliminación, en aquellas cuyos responsables se negaron a ser entrevistadas. En cuanto a los criterios que se utilizaron para entrevistar a los floristas, fueron incluidas cinco, excluidas cinco y eliminadas dos; de estas dos últimas una se negó a ser entrevistada y otra fue cerrada.



El cuestionario se integró de preguntas cuantitativas para la obtención de datos numéricos que permitieron la estimación del volumen de ventas e ingresos, así como, de preguntas cualitativas para conocer la opinión de los entrevistados respecto a las preferencias de compra de los clientes (Cuadro 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los floristas del municipio de Acayucan tienen un nivel máximo de estudios de secundaria (40%) y preparatoria (60%). Un promedio de 11 años de experiencia en venta de flores, con dos empleados contratados. El nivel educativo puede facilitar entre los floristas mayor conocimiento en cuanto a la exigencia en calidad de sus flores, así mismo pueden presentar organización entre ellos para la realización de sus actividades debido al tiempo en experiencia que tienen (Flores-Flores *et al.*, 2014).

Conocimiento de las Heliconias por parte de los floristas

El nivel de conocimiento de los floristas hacia las Heliconias es alto y corresponde al 100%; éstos comercializan cuatro tipos de Heliconias, del total de los floristas entrevistados el 41.67% vende *Heliconia wagneriana* var. rainbow, ésta es la especie con mayor venta, en comparación con *Heliconia collinsiana* x *bourgaeana* (8%), como la menos vendida (Figura 1).

A pesar de que el 100% conoce las heliconias es importante mencionar que no conocen más especies para ofrecerlas al consumidor final, ya que son las únicas que les distribuyen. *Heliconia wagneriana* es la especie considerada de mayor demanda entre las especies tropicales en el mercado de la ciudad de Puebla, México (Tlahuextl *et al.*, 2005), así como de importancia internacional; tal es el caso de Colombia, cuyo mercado es considerado como uno de los más consolidados (Aranda *et al.*, 2007; Alonso *et al.*, 2005). En el Estado de Veracruz se reconocen nueve especies del género *Heliconia*



Figura 1. A) *Heliconia wagneriana* cv. Peterson, B) *Heliconia wagneriana* var. Rainbow, C) *Heliconia psittacorum* x *spathorcinata tropics*, D) *Heliconia collinsiana* x *bourgaeana*.

Cuadro 1. Variables y sub variables de estudio.

Variable	Sub variables
Características socioeconómicas	Nivel de estudio terminado, Años de experiencia, Número de empleados
Conocimiento de las Heliconias por parte de floristas	Nivel de conocimiento, Tipos de Heliconias que venden, Nivel de importancia de Heliconias que venden, Vida de anaquel, Formas de comercialización (Producto), época de mayor venta, Preferencias del consumidor de acuerdo a los floristas
Canal de comercialización	Lugar de procedencia de las Heliconias, Lugar donde se distribuyen las Heliconias, Consumidor final
Demanda y precio de Heliconias	Número de tallos de Heliconias que venden, Precio por tallo floral de Heliconias que compran, Precio por tallo floral de Heliconias que venden, Frecuencia de venta de Heliconias
Rentabilidad de la comercialización	Inversión anual, ingreso anual, Utilidad, Relación Beneficio/Costo

La información obtenida fue capturada en el programa estadístico DYANE, versión 4, (Santasmases, 2009) y se realizaron cálculos de estadísticas básicas para el análisis de la información.

(Gutiérrez, 2000), de las cuales los floristas de Acayucan sólo comercializan *H. collinsiana* y no aceptan como flor de corte a *H. latispatha* por que la consideran flor silvestre. Los floristas mencionan que la vida de anaquel de las Heliconias es de 11 días promedio, con mínimo de cinco y máximo de 15, desconocen el tiempo de corte por lo que no identifican si esto afecta la calidad de la flor. Cantor *et al.* (2014) mencionan que las Heliconias tienen buena resistencia y se conservan un máximo de 15 días en florero. Resalta que los floristas no dan un tratamiento especial a los tallos florales, solo los hidratan en el periodo de almacenamiento, por lo que tienen un periodo corto de vida. Para ello Costa *et al.* (2015), sugieren utilizar en tallos de *Heliconia wagneriana* 30 mg de solución de nitrato de plata L^{-1} , para mejorar la calidad inicial, mantener el color del tejido y el brillo durante 18 días. En cuanto a la comercialización de Heliconias, se prefieren arreglos florales para las cuatro especies, siendo las más vendidas por el 50% de los floristas *Heliconia wagneriana* var. Rainbow y *Heliconia wagneriana* cv. Peterson. El 42.86% de los encuestados no comercializan *Heliconia psittacorum* × *spathorcinata* *tropics* en arreglos florales, resultados parecidos a los de Tlahuexlt *et al.* (2005). Respecto a las fechas de mayor venta de Heliconias durante el año se registró a los días de San Valentín en febrero (22.73%), 10 de mayo (21%), graduaciones escolares (18.18%) y navidad en diciembre (15.79%) son los de mayor demanda. Estos resultados corresponden principalmente a la especie *Heliconia wagneriana* var. Rainbow seguida de *H. wagneriana* cv. Peterson, *H. psittacorum* × *spathorcinata* *tropics* y *Heliconia collinsiana* × *bourgaeana*.

Autores como Tlahuexlt *et al.* (2005) coinciden con las fechas mencionadas en este estudio, Aranda *et al.* (2007) manifiestan en su estudio que para estas fechas las especies vendidas son *Heliconia wagneriana*, *Heliconia rostrata* y *Heliconia bihai*. En consideración a las preferencias de color por el consumidor final, los floristas manifiestan que los colores más solicitados son el color rojo (45.55%), el rosa con verde (36.36%). Los colores amarillo (9.9%) y amarillo con rojo (9.09%) son los menos



Figura 2. Arreglos con *Heliconia psittacorum* × *spathorcinata* *tropics* y *Heliconia latispatha* elaborado por el florista José Efraín Reyes Culebro.

solicitados. Cabe mencionar que el color preferido es por las cuatro especies que venden. Los arreglos florales exclusivamente con Heliconias son vendidos solamente por pedidos y las combinan con tallos florales de otras especies (Figura 2).

Es importante considerar la forma de las Heliconias, ya que de ésta depende el diseño y tamaño del arreglo floral. De acuerdo a los floristas, las preferencias del consumidor final son flores erectas (83.33%) y erecta en espiral (16.67%). En cuan-

to al tamaño de las Heliconias, los floristas mencionan que los clientes las prefieren grandes (42.86%), medianas (42.86%) y chicas (14.29%); dicho lo anterior los floristas prefieren Heliconias erectas, chicas y medianas, ya que se pueden manipular mejor en arreglos florales. Alonso *et al.* (2005), mencionaron que en Bogotá, Colombia, hay mayor aceptación de especies pendulares e indican que la oferta de colores no es diversa en el mercado, lo que coincide con los resultados en el estudio, además de que son pocas las variedades que les ofrecen a los floristas y éstos últimos al consumidor final.

Canal de comercialización

De acuerdo a la información emitida por los floristas el 100 % de las Heliconias que comercializan en la ciudad de Acayucan provienen del estado de Chiapas y las distribuyen intermediarios directamente a las florerías. Cabe mencionar que las personas de otros municipios como Sayula de Alemán, Oluta, Soconusco, San Juan Evangelista y Taxis-tepec son aledaños a la ciudad de Acayucan y consumen arreglos de estas florerías. Lo anterior demuestra la demanda que tiene la venta de Heliconias y su viabilidad como un producto de importancia en la región, que además la producción y venta podría realizarse en el mismo municipio.

Demanda y precio de Heliconias

Con base en la información emitida por los floristas, el precio de compra de los tallos florales de Heliconias (proveedor-florista) fue de \$8.00 a \$10.00 pesos MX, y el precio de venta de tallos florales (florista-consumidor final) fue de \$18.00 a \$25.00 pesos MX. Para determinar el costo de un arreglo floral los

vendedores consideran el precio de venta por tallo y hacen la sumatoria de la cantidad de tallos utilizados, además de follajes de otras especies y de los accesorios que utilizan. El número de tallos florales que venden en cada florería por año, es alrededor de 2,708 (Cuadro 2).

En referencia al precio de compra por tallo del florista al productor, en Colombia, los floristas están dispuestos a pagar desde USD\$1.15 hasta USD\$1.9 por cada tallo, presentando demandas desde 145,000 tallos por año (Aranda et al., 2007), mientras que para los floristas de Acayucan, es más factible pagar \$10.00 tallo floral (0.50 USD) al productor y la demanda no se considera comercial ya que Colombia es un mercado más consolidado. Con respecto a la frecuencia de venta de Heliconias, *Heliconia wagneriana* var. Rainbow y *H. wagneriana* cv. Peterson, el 100% se vende semanalmente. *H. psittacorum* x *spathorcinata tropics* y *Heliconia collinsiana* x *bourgaeana* tienen menor frecuencia de venta semanal. Ésta información es relevante para los productores, ya que pueden considerar la cantidad productiva por la frecuencias de venta, y es factible para los floristas saber que el consumidor final demanda esta especie en poco tiempo. De los 2,708 tallos anuales vendidos por florería, se estimó en promedio una inversión del florista de \$21,843.00 pesos MX, con un ingreso de \$54,913.00 pesos MX y una ganancia de \$33,037.00 pesos MX; en el caso de *Heliconia wagneriana* cv. Rainbow a pesar de que es la especie más solicitada con 1,146 tallos por año, se tiene una relación beneficio/costo de 1.4 que nos dice que por cada peso invertido por tallo floral se obtiene una ganancia de \$0.40, caso distinto el de *H. tropics* en la que se obtiene

mayor rentabilidad, esto con base en la estimación que se realizó en el estudio (Cuadro 3).

En el entendido de que la demanda anual de Heliconias fue de 2, 708 al año por florería, la producción en el municipio de Acayucan podría ser orientada a fase de vivero a pequeña escala, con planificación a mediano y largo plazo para su comercialización en las ciudades de Coatzacoalcos, Minatitlán y Veracruz. Considerando que para el florista el comprar Heliconias producidas en Acayucan le permitiría asegurar más días de vida de anaquel y calidad de la flor.

Cuadro 2. Precios de compra y venta de tallos de Heliconia (*Heliconia* sp).

Tipo de Heliconia	Tallos/año en promedio por florería	\$ de compra /tallo floral (proveedor-florista) pesos mexicanos	\$ de venta/ tallo floral. Pesos mexicanos
Tropics	521	9.00	25.00
Rainbow	1,146	8.00	18.00
Peterson	833	7.50	18.00
Collinsiana	208	10.00	25.00
Total	2,708		

CONCLUSIONES

La especie de mayor distribución y venta es la *H. wagneriana* var. Rainbow motivo por el cual es la más utilizada,

y los floristas no conocen otras especies de Heliconias. El total de tallos vendidos al año en promedio por florería no se considera una demanda potencial; por lo que, la demanda está dada por la especie que más distribuyen, no por preferencias específicas de los clientes, si no por el tamaño, y manejo para su distribución. La venta de Heliconias en Acayucan, no es potencial como en otras regiones, es de consumo local en fechas específicas, sin embargo se tiene conocimiento de que existen productores en la región.

LITERATURA CITADA

Aranda Y., Bello J.A., Montoya I.A. 2007. Exploración del mercado de heliconias en el segmento de consumo intermedio en las ciudades de Arauca (Colombia) y Acarigua y Caracas (Venezuela). *Agronomía Colombiana*, 25, 189-196.

Cabral A., Benedetto, A.D. 2010. Estudios preliminares en la producción de heliconias para flor de corte en El Colorado (Formosa). *Horticultura Argentina*, 29(69), 33-40.

Cuadro 3. Análisis económico en relación a la venta de tallos florales de Heliconias (*Heliconia* sp) en Acayucan, Veracruz, México.

Tipo de Heliconia	Inversión/ año comercial (\$)	Ingreso/ año comercial (\$)	Ganancia/año comercial (\$)	Relación beneficio/costo
Tropics	4,640.00	13,035.00	8,395.00	1.8
Rainbow	8,907.00	21,463.00	12,559.00	1.4
Peterson	6,248.00	15,205.00	8,957.00	1.4
Collinsiana	2,048.00	5,210.00	3,126.00	1.5
Total	21,843.00	54,913.00	33,037.00	1.5

- Cantor M., Singureanu V., Horț D., Buta E. 2014. Heliconias - Novelty and applicability in floral art. *Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 18(1), 22–27.
- Castro A.C.R., Loges V., Costa A.S., Castro M.F.A., Aragão F.A.S., Willadino L.G. 2007. Hastes florais de helicônia sob deficiência de macronutrientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42, 1299–1306.
- Díaz J.A., Ávila L., Oyola J. 2002. Sondeo del mercado internacional de heliconias y follajes tropicales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. 32 p.
- DENUE. 2015. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Consultado 15 de marzo del 2015 en www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx.
- Jerez E. 2007. El cultivo de las heliconias. *Cultivos Tropicales*, 28, 29–35.
- Ferreira C.C.E., May A., Gonçalves C. 2007. Atualização da nomenclatura de espécies do gênero *Heliconia* (Heliconiaceae). Artigo de revisão. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 13(1), 38–62.
- Flores-Flores D.C., Jiménez-Velázquez M.A., Cadena-Íñiguez J., Núñez-Espinoza J.F. 2014. Cohesión social de la productora de flores selectas de Tequexquahuac, Texcoco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(8), 1337-1350.
- Gutiérrez-Báez C. 2000. Heliconiaceae. *Flora de Veracruz*, 118, 1-30.
- Hénao E., Ospina A. 2008. Insectos benéficos asociados a cultivos de Heliconias en el eje cafetalero colombiano. *Museo de Historia Natural. Boletín Científico*, 12, 157-166.
- Hernández-Meneses, E., López-Peralta, M.C.G., Estrada-Luna A.A. 2013. Callogenesis de *Heliconia collinsiana* GRIGGS *in vitro*: establecimiento, inducción y proliferación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4, 1175-1186.
- Hernández-Sampieri C R., Fernández-Collado C., Baptista-Lucio P. 1997. Metodología de la investigación. McGRAW-Hill Interamericana de México, S.A. de C.V. 518 pp.
- Costa L.C., Costa R.R., Ribeiro W.S., Carneiro G.G., Barbosa J.A., Finger F.L. 2015. Postharvest Longevity of *Heliconia wagneriana*. *Acta Horticultura ISHS*, 1060, 193-200.
- Lanzas-Duque, A. M., Cruz-Trejos, E. A., Lanzas-Duque, V. E. 2007. Caracterización del sistema de costos de la cadena de flores tropicales (heliconias) en el departamento de Risaralda. *Scientia Et Technica*, 13, 331-336.
- Leyva-Ovalle O.R., Rodríguez-Goya A.Y., Herrera-Corredor J.A., Galindo-Tovar M.E., Murguía-González J. 2011. Polímero hidrofílico combinado con soluciones preservadoras en la vida de florero de tallos florales de rosa y heliconia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13, 551-559.
- Leyva-Trinidad D.A., Pérez-Vázquez A., Vargas-Mendoza M.D.C., Gallardo-López F., García-Albarado J.C., Pimentel-Aguilar S. 2013. Composición florística de jardines vernáculos en tres comunidades rurales de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5, 991-1003.
- Machado-Neto A.D.S., Mendes-Jasmim J., José-Ponciano N. 2011. Economía en la producción de heliconias en el estado de Río de Janeiro. *Ciencia Rural*, 41, 1858-1863.
- Montoya I.A., Ayala O.P., Jiménez C.P. 2005. Exploración del mercado de flores tropicales en el segmento de consumidor intermedio en ciudades seleccionadas de Colombia. *Agronomía Colombiana*, 23, 165-170.
- Murguía G.J., Lee H.E., Landero T.I. 2007. La horticultura ornamental en el estado de Veracruz, México. *Actas de Horticultura*, 48, 485-488.
- Pizano M. 2005. International Market Trends–Tropical Flowers. *Acta Horticultura*, 1, 79-86.
- Salamanca B.G., Zamora M.A., Aca R.J., Leszczyńska B.H. 2001. Especies ornamentales en las iglesias de Cholula durante las fiestas. *Horticultura Mexicana*, 8, 389.
- Sanstesmases M.M. 2009. DYANE Versión 4. Diseño y análisis de encuestas en investigación social y de mercados. Editorial Pirámide. España. 554p.
- Santos B.A., Lombera R., Benítez-Malvido J. 2009. New records of *Heliconia* (Heliconiaceae) for the region of Chajul, Southern Mexico, and their potential use in biodiversity-friendly cropping systems. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 857-860.
- Sosa R.F.M. 2013. Cultivo del género heliconia. *Cultivos Tropicales*, 34, 24-32.
- Taboada R., Gutiérrez V.N.J., Pérez V.L., Leszczyńska B.J.H. 2001. Flores y follaje usados en bouquets de boda y decoración de las iglesias de Puebla. *Horticultura Mexicana* 8: 331.
- Tlahuexltl-Tlaxcalteca C., Ávila-Sánchez J.M., Leszczyńska-Borys H. 2005. Flores de corte y follaje en florerías y mercados de Puebla, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 11(2), 323-327.
- Turriago K. 2004. Heliconias: flores exóticas de Colombia. Trabajo final. Especialización en Horticultura. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 35 p.

EFECTO DE LOS ELEMENTOS BENÉFICOS Al, Co, Se Y Si EN LA NUTRICIÓN DE HELICONIAS (*Heliconia* sp.)

EFFECT OF THE BENEFICIAL ELEMENTS Al, Co, Se AND Si ON HELICONIA (*Heliconia* sp.) NUTRITION

Cuacua-Temiz, C.¹, Trejo-Téllez, L.I.², Velasco-Velasco, J.¹; Gómez-Merino, F.C.^{1*}

¹Campus Córdoba. Colegio de Postgraduados. Carretera Córdoba-Veracruz km 348, Amatlán de los Reyes, Veracruz. C. P. 94946. México. ²Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5 Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. México.

*Autor de correspondencia: fernandg@colpos.mx

RESUMEN

Se han identificado 10 elementos benéficos que sin ser esenciales para la fisiología de la planta, pueden mejorar indicadores de crecimiento, desarrollo, respuestas a estímulos ambientales y aprovechamiento de nutrimentos para la planta. En este estudio se encontró que los elementos benéficos aluminio, cobalto, selenio y silicio, no afectan el crecimiento de *Heliconia* cv. Golden Torch Adrian, en tanto que si mejoran las concentraciones de nutrimentos esenciales como P, Fe, Cu, Ca y Mn. Con estos resultados, se recomienda su uso para mejorar el estado nutrimental de heliconias, con el objetivo de mejorar la producción y calidad de las inflorescencias.

Palabras clave: Flores tropicales, nutrimentos, Heliconiaceae.

ABSTRACT

Ten beneficial elements have been identified which, without being essential for the physiology of the plant, can improve indicators of growth, development, response to environmental stimuli, and nutrient uptake of the plant. In this study it was found that the beneficial elements aluminum, cobalt, selenium and silicon do not affect the growth of *Heliconia* cv. Golden Torch Adrian, while the concentrations of essential nutrients such as P, Fe, Cu, Ca and Mn do improve. With these results, their use is recommended to improve the nutritional state of *Heliconia* plants, with the objective of improving production and the quality of inflorescences.

Keywords: Tropical flowers, nutrients, Heliconiaceae.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 3, marzo, 2017, pp: 62-68.

Recibido: Noviembre, 2015. **Aceptado:** Febrero, 2017.



INTRODUCCIÓN

El buen desarrollo de una planta depende de varios factores, y dentro de éstos la disposición de nutrimentos juega un papel preponderante. La nutrición de las plantas está basada en 17 elementos esenciales, mismos que son necesarios para que una determinada especie de planta complete su ciclo de vida adecuadamente. Estos elementos se clasifican como macronutrimentos y micronutrimentos, dependiendo de las cantidades en que la planta los absorbe y requiere. El primer grupo está representado por elementos que son absorbidos en cantidades más altas ($>1000 \text{ mg kg}^{-1}$), conformado por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Por su parte, los micronutrimentos están representados por cloro (Cl), boro (B), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), níquel (Ni), y zinc (Zn), los cuales son requeridos por la planta en proporciones más bajas ($<100 \text{ mg kg}^{-1}$) (Pilon-Smits *et al.*, 2009). Por otro lado, hay elementos que no son considerados esenciales para las plantas, pero mejoran ciertas respuestas, y son conocidos como elementos benéficos. Al ser suministrados, los elementos benéficos pueden favorecer procesos de crecimiento y desarrollo vegetal, y también pueden estimular mecanismos de resistencia a factores de estrés biótico y abiótico, o favorecer el aprovechamiento de otros nutrimentos (Trejo-Téllez *et al.*, 2007). En consecuencia, se ha comprobado que los elementos benéficos pueden compensar o remediar los efectos tóxicos de otros elementos, y también, en algunos casos, pueden suplir algunas funciones específicas de los nutrimentos esenciales, tales como el mantenimiento de la presión osmótica (Trejo-Téllez y Gómez-Merino, 2012), o las respuestas de las plantas a fenómenos ambientales adversos (Pilon-Smits *et al.*, 2009). Hasta ahora, los elementos benéficos que se han propuesto incluyen aluminio (Al), cerio (Ce), cobalto (Co), yodo (I), lantano (La), sodio (Na), selenio (Se), silicio (Si), titanio (Ti) y vanadio (V), y se ha postulado que plata (Ag), cromo (Cr), flúor (F) y tungsteno o wolframio (W) también puedan tener efectos benéficos en la fisiología de las plantas. En este trabajo se indagó el efecto de cuatro elementos benéficos:

Al, Co, Se y Si, en especies ornamentales, con especial énfasis en la modulación de la absorción de elementos esenciales en *Heliconia psittacorum* L.F. X *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian.

Aluminio

El Al es el metal más abundante en la superficie terrestre, pues comprende alrededor del 7% de su masa y su solubilidad aumenta a medida que disminuye el pH del suelo (Dong *et al.*, 2002). Si bien el Al puede ser un elemento benéfico y en ocasiones esencial para el buen desarrollo de las plantas, en suelos ácidos (pH menor a 5) inhibe el crecimiento de raíces y muestra efectos tóxicos (Gallardo *et al.*, 2005). Uno de los ejemplos más conocidos del efecto benéfico del Al es observado en hortensias (*Hydrangea macrophylla*), ya que cuando absorben diferentes concentraciones de Al, se tornan de color rosa (50 mg kg^{-1} de biomasa seca) a azul (4000 mg kg^{-1}), lo cual se atribuye a la formación de un complejo coloidal o a la combinación del Al con un pigmento llamado delfinidina (Trejo-Téllez *et al.*, 2007), antocianina responsable de los pigmentos que se hallan en las células epidermales o subepidermales de la planta. Watanabe *et al.* (2005) reportaron que cuando se combinan los nutrientes con el Al, se mejora el desarrollo de raíz y el crecimiento de *Melastoma malabathricum*. El Al también retarda la senescencia en flor de corte, como en la rosa cv. 'Cherry Brandy', que al ser tratadas con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ aumenta significativamente la vida de florero y mejora la calidad postcosecha, ya que mantiene el peso fresco de la flor y se aumenta el contenido de la clorofila en las hojas (Jowkar *et al.*, 2012). Seyf *et al.* (2012), demostraron que la aplicación de 150 y 300 mg L^{-1} de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en rosas Boeing, permitió aumentar la vida de florero de 9 a 12 y 12.3 días respectivamente, y aumentaron el diámetro de la flor comparado con plantas testigo. Por otra parte, la aplicación de 150 mg L^{-1} de sulfato de aluminio a flores de *Eustoma grandiflorum* prolongó la vida en florero de 8 a 15 días, además de que el peso fresco siguió aumentando hasta 8 días después del inicio del ensayo (Li-Jen *et al.*, 2000). Mohammadi *et al.* (2012a) reportaron que a concentraciones de 50 y 100 mg L^{-1} de sulfato de aluminio, incrementa la vida de florero de tuberosa (*Polianthes tuberosa* cv. 'Single') a 11.5 y 12 días, respectivamente.





La aplicación de sulfato de aluminio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ y sacarosa al 8%, incrementan la calidad y la durabilidad de tallos de rosa (*Rosa hybrida*) cv. Maroussia en postcosecha (Teyebe *et al.*, 2013). Así mismo, De la Cruz-Guzmán *et al.* (2007), indican que el tratamiento con $0.6 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ L}^{-1}$, en rosa cv. Royalty, reduce la pérdida de peso fresco en vida de florero. Derivado de lo anterior se concluye que el Al tiene un gran potencial como retardante de la senescencia en flor de corte y además otorga calidad a las mismas.

Cobalto

La concentración de Co en plantas normalmente oscila entre 0.1 y 10 ppm de peso en base seca, aunque las plantas hiperacumuladoras de las familias Lamiaceae, Scrophulariaceae, Asteraceae y Fabaceae pueden acumular más de 1000 ppm de este elemento en hojas. En plantas superiores, el Co se adhiere fuertemente a las raíces y es absorbido de la solución del suelo a través de transporte pasivo. Dado que el Co muestra similitud química con el níquel (Ni), es posible que los dos elementos entren a la célula a través de los mismos tipos de acarreadores de membrana (Chen *et al.*, 2009). En especies ornamentales como lily (*Lilium* sp.), tallos florales tratados con soluciones preservantes que incluyeron Co, presentaron un incremento de la longevidad floral del cv. 'Star Fighter' de 61.1 y 44 % con 0.1 y 0.2 mM de Co, respectivamente, mientras que para el cv. 'Star Gazer' la concentración que favoreció el incremento de 19.7 % fue 0.1 mM de Co (Mandujano-Piña *et al.*, 2012). En tuberosa (*Polygonum tuberosum*), la aplicación de 300 mg L^{-1} de cloruro de cobalto favoreció la vida de florero (10.66 días), la absorción de agua (1.53 mL g^{-1} en peso

fresco) y la reducción de la pérdida de peso en fresco (19.99 g); la aplicación de 400 mg L^{-1} aumentó el contenido de carotenoides en pétalos (0.40 g) y proteínas (31.10%) (Mohammadi *et al.*, 2012b). En flores de corte de margarita (*Argyranthemum* sp.), la aplicación de 1 y 2 mM de Co aumentó 5 días más la vida de florero, comparado con el testigo que solo contenía agua destilada (Kazemi, 2012). Co y Ni ($2.5 \text{ mM Co} + 2 \text{ mM Ni} + 2 \text{ mM de ácido salicílico con } 2.5\% \text{ de sacarosa}$) aumentan la vida en florero de lily cv. 'Prato' debido a una mejora de la estabilidad de la membrana y la reducción de los daños de estrés oxidativo durante la senescencia de la flor. Además, estos elementos disminuyen la pérdida de antocianinas (Kazemi y Ameri, 2012). En clavel (*Dianthus caryophyllus*), el Co retarda la senescencia, ya que reduce la producción de etileno, efecto muy similar al que muestra la aplicación de Ni en esta especie (Babak y Majid, 2011).

Selenio

En zonas seleníferas la mayoría de las especies vegetales contienen entre 1 y 10 ppm de selenio, en tanto que las llamadas plantas hiperacumuladoras (como los géneros *Stanleya* y *Astragalus*) pueden acumular de 1000 a 15000 ppm (0.1-1.5% Se) (Pilon-Smits *et al.*, 2009). La aplicación de Se a bajas concentraciones puede aumentar la tolerancia al estrés oxidativo inducido por radiación UV, retrasar la senescencia, y promover el crecimiento (Hawrylak-Nowak, 2008; Hawrylak-Nowak, 2013; Hajiboland y Keivanfar, 2012). Además, el selenio puede regular el contenido de agua bajo condiciones de sequía (Germ *et al.*, 2007). También se ha reportado que el Se activa mecanismos antioxidantes y reduce los procesos de senescencia (Hartikainen *et al.*, 2000). Adicionalmente este elemento puede aumentar el rendimiento de semilla, y contribuye también a la mejora nutricional (Hajiboland y Keivanfar, 2012). En condiciones de estrés salino, el selenio puede mejorar el crecimiento y detonar mecanismos antioxidantes (KeLing *et al.*, 2013). Aunque para este elemento benéfico no se describen efectos en plantas ornamentales, al actuar como un antioxidante podría mejorar la calidad postcosecha de algunas especies.

Silicio

El Si puede contrarrestar los efectos tóxicos de elementos como Al y Mn, conferir resistencia contra plagas y enfermedades, e incluso permitir la formación de nanoestructuras utilizando como catalizadores compuestos orgánicos, enzimas u organismos (Raya y Aguirre, 2009). El Si es absorbido en un rango de pH de 2 hasta 9, siendo tomado por las raíces en la solución como ácido monosilícico ($\text{Si}(\text{OH})_4$) para ser acumulado en las células epidérmicas (Borda *et al.*, 2007). Ma y Yamaji (2006) mencionan que los efectos beneficiosos de Si se asocian a su alta deposición en los tejidos vegetales, mejorando su resistencia y rigidez. También es posible que el Si desempeñe un papel activo en la resistencia a enfermedades de las plantas mediante la estimulación de los mecanismos de defensa. El Si puede desempeñar un papel importante en la resistencia a factores de estrés abiótico tales como toxicidad por metales pesados, salinidad y sequía, y puede reducir la generación de especies reactivas de oxígeno, debido al aumento de enzimas antioxidantes (Balakhnina y Borkowska, 2013). Borda *et al.* (2007), reportaron que el Si puede aumentar altura y producción de materia seca, como consecuencia

de una mejor absorción nutrimental, además de estimular la elongación y la turgencia celular y mejorar la conversión de asimilados. En condiciones de estrés salino (50 mM NaCl), la aplicación de concentraciones crecientes de Si (1 a 5 mM) aumentó la tasa y el índice de germinación, la vitalidad de las plántulas, y la actividad de las enzimas antioxidantes SOD, POD y CAT (Wang *et al.*, 2010). Al adicionar hasta 200 mg L⁻¹ de silicato de potasio (K₂SiO₃) las flores de clavel cv. 'Harlem' aumentaron la vida de florero a consecuencia de una reducción significativa en la producción de etileno (Babak y Majid, 2011). La aplicación de Si incrementa la cantidad de O₂ en hojas y tallos, alcanzando la raíz, lo que provoca que la rizosfera se oxide. Así, los elementos Fe y Mn se oxidan, lo que evita una excesiva toma de estos elementos por la planta. Además, el Si induce una excelente resistencia contra enfermedades ocasionadas por *Rhizoctonia*, *Pyricularia*, *Helminthosporium*, *Rynchosporium* y *Sarocladium*, entre otros (Furcal-Beriguete y Herrera-Barrantes, 2013). En la especie ornamental *Borago officinalis*, el Si juega un papel detoxificante ante el estrés de Al ya que estimula la síntesis de compuestos fenólicos y de prolina (Shahnaz *et al.*, 2011). La aplicación de 2.5 mM de Si junto con ácido acetilsalicílico 3 mM, reduce el porcentaje de marchitamiento en la flor de corte clavel, retarda la degradación de clorofilas y de carbohidratos, y reduce la actividad de enzimas oxidadas (*i.e.* ACC-oxidasa) (Kazemi *et al.*, 2012).

Los efectos de Al, Co, Se y Si en la absorción de macro y micronutrientes en *Heliconia* cv. Golden Torch Adrian

Para evaluar el efecto de los elementos benéficos en la absorción y contenido nutrimental de macro y micronutrientes, se utilizaron rizomas de *Heliconia psittacorum* L.f. x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch Adrian recolectados de las plantaciones del Campus Córdoba del Colegio de Postgraduados, ubicado a 650 m de altitud, 18° 50' latitud norte 96° 51' longitud oeste, 18.4 °C de temperatura media anual y 78% de HR. Una vez que los rizomas se extrajeron de los terrenos de cultivo, se lavaron con suficiente agua corriente para quitarles el exceso de tierra, después se desinfectaron con agua esterilizada, cloro al 2%, y se sumergieron en una solución fungicida sistémica (2 mL L⁻¹ de agua) Lannate® (Ingrediente activo: Metomilo: S-Metil-N metilcarbamoil oxi tioacetamidato). Como sustrato se utilizó tezontle rojo, el cual se cernió, se lavó y se esterilizó en un autoclave a 1.2 libras, a 120

°C durante 15 minutos en bolsas de polietileno. La unidad experimental consistió en bolsas de polietileno de 20x25 cm, y se sembraron 2 tallos por bolsa y se regaron cada tercer día con agua esterilizada durante 12 semanas. Las plantas se trasladaron a un invernadero del área de Nutrición Vegetal del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, en el km 36.5 de la Carretera México-Texcoco, localizado a 19° 29' latitud norte, 98° 53' longitud oeste y una altura de 2250 sobre el nivel del mar. Se utilizó la solución nutritiva universal de Steiner a niveles crecientes (10, 20 y 50 %). El pH se ajustó a un rango de 5.0 a 5.8 con ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 10%. Se regaron por las mañanas a cada planta 200~300 mL de solución junto con el elemento benéfico. El diseño experimental consistió en un experimento completamente al azar con 4 tratamientos y 7-8 repeticiones. Los tratamientos fueron: Al (10, 30 y 50 μM), Co (0.75, 1.5 y 2.25 μM), Se (5, 15 y 25 μM) y Si (0.5, 1 y 1.5 μM). Las plantas se cosecharon a los 76 días de experimentación con los elementos benéficos en la solución nutritiva en hidroponía. En diferentes fechas se tomaron las variables de crecimiento. Al finalizar el experimento las plantas fueron extraídas del tezontle (Figura 1; subfiguras A, B, C y D), se lavaron, se seccionaron por órgano y se pesaron, y se estimó el área foliar de las hojas.

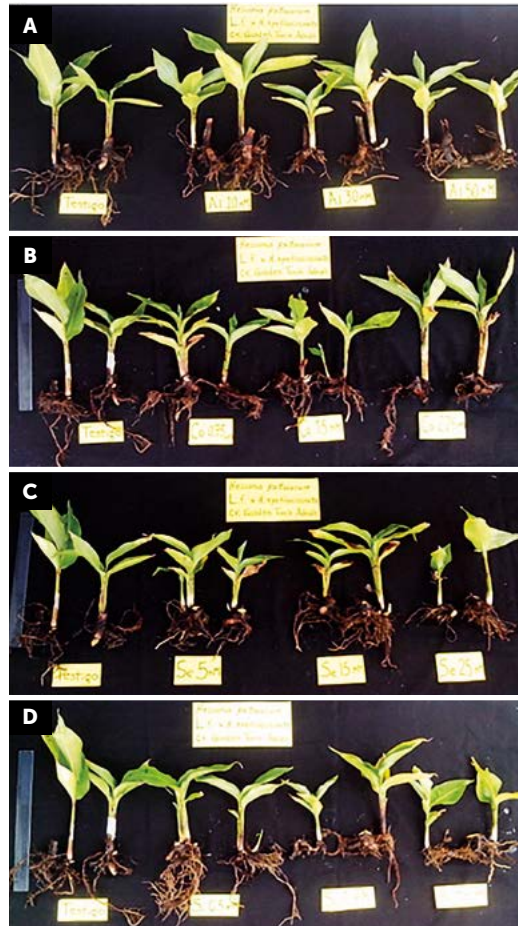


Figura 1. Plantas de heliconia cv. Golden Torch Adrian a los 76 días de experimentación en hidroponía con Al, Co, Se y Si.

°C durante 15 minutos en bolsas de polietileno. La unidad experimental consistió en bolsas de polietileno de 20x25 cm, y se sembraron 2 tallos por bolsa y se regaron cada tercer día con agua esterilizada durante 12 semanas. Las plantas se trasladaron a un invernadero del área de Nutrición Vegetal del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, en el km 36.5 de la Carretera México-Texcoco, localizado a 19° 29' latitud norte, 98° 53' longitud oeste y una altura de 2250 sobre el nivel del mar. Se utilizó la solución nutritiva universal de Steiner a niveles crecientes (10, 20 y 50 %). El pH se ajustó a un rango de 5.0 a 5.8 con ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 10%. Se regaron por las mañanas a cada planta 200~300 mL de solución junto con el elemento benéfico. El diseño experimental consistió en un experimento completamente al azar con 4 tratamientos y 7-8 repeticiones. Los tratamientos fueron: Al (10, 30 y 50 μM), Co (0.75, 1.5 y 2.25 μM), Se (5, 15 y 25 μM) y Si (0.5, 1 y 1.5 μM). Las plantas se cosecharon a los 76 días de experimentación con los elementos benéficos en la solución nutritiva en hidroponía. En diferentes fechas se tomaron las variables de crecimiento. Al finalizar el experimento las plantas fueron extraídas del tezontle (Figura 1; subfiguras A, B, C y D), se lavaron, se seccionaron por órgano y se pesaron, y se estimó el área foliar de las hojas.



Los órganos de las plantas se secaron por separado en una estufa de aire forzado marca Riossa Mod. HCF-125D durante 72 horas a una temperatura de 70° C para obtener los pesos de biomásas secas. Una vez secas se trituraron para realizar los análisis correspondientes. Nitrógeno total. La concentración de N total se determinó mediante la técnica Semimicro-Kjeldahl (Chapman y Pratt, 1973). Análisis de macronutrientes y micronutrientes. Se determinó mediante espectroscopia de emisión óptica de inducción por plasma acoplado (ICP-OES 725), siguiendo la metodología descrita por Alcántar y Sandoval (1999). Los resultados tanto de indicadores de crecimiento como de análisis nutrimental se analizaron estadísticamente utilizando la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de esta investigación se obtuvo que las variables de crecimiento no fueron afectadas significativamente por los elementos benéficos suministrados. En cuanto a las concentraciones nutrimentales en tejido vegetal, se observó que el suministro de Al y Si incrementan la concentración de Fe y Cu en hojas, en tanto que

el Co aumentó la concentración de Cu y el Se estimula la absorción de K y Mn (Cuadro 1).

Por su parte, de los elementos benéficos evaluados, fueron el selenio y el silicio los que aumentaron las concentraciones de Mn y Fe, respectivamente, en tallos (Cuadro 2).

Respecto a la concentración de nutrientes en raíz, el aluminio afectó positivamente la absorción y concentración de P, Cu y Mn. Por su parte, el cobalto indujo una mayor concentración de Ca, Fe y Mn, mientras que el silicio aumentó la concentración de Fe en este tejido de la planta. En estas condiciones experimentales, la aplicación de selenio no afectó la concentración de ninguno de los nutrientes evaluados en raíz (Cuadro 3).

Si bien las aplicaciones de aluminio, cobalto, selenio y silicio no afectaron indicadores de crecimiento en las plantas de heliconia evaluadas, es evidente que éstos elementos benéficos pueden modular la absorción y concentración de algunos nutrientes en tejido vegetal. Sin embargo, el corto periodo de evaluación (76 días) que abarcó este estudio, hizo posible la observación de

Cuadro 1. Efecto de los elementos benéficos Al, Co, Se y Si en la concentración de nutrientes en hojas de heliconia cv. Golden Torch Adrian.

Elemento benéfico	Macronutrientes					Micronutrientes				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
Al	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	↑	↑	⊗	↓	↑
Co	⊗	⊗	⊗	⊗	↓	⊗	↑	⊗	↓	⊗
Se	⊗	↓	↑	↓	↓	⊗	↓	⊗	↑	⊗
Si	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	↑	↑	⊗	↓	⊗

↑=Incremento, ↓=Decremento, ⊗ Sin efecto.

Cuadro 2. Efecto de los elementos benéficos Al, Co, Se y Si en la concentración de nutrientes en tallo de heliconia cv. Golden Torch Adrian.

Elemento benéfico	Macronutrientes					Micronutrientes				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
Al	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	↓	↓	↓	↓
Co	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	↓	↓	↓	⊗
Se	⊗	↓	⊗	⊗	⊗	↓	↓	↓	↑	⊗
Si	⊗	↓	⊗	⊗	⊗	↑	↓	↓	↓	⊗

↑=Incremento, ↓=Decremento, ⊗ Sin efecto.

Cuadro 3. Efecto de los elementos benéficos Al, Co, Se y Si en la concentración de nutrientes en raíz de heliconia cv. Golden Torch Adrian.

Elemento benéfico	Macronutrientes					Micronutrientes				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
Al	✗	↑	↓	✗	↓	↓	↑	↓	↑	✗
Co	✗	✗	✗	↑	✗	↑	↓	↓	↑	✗
Se	✗	✗	✗	✗	↓	↓	↓	✗	✗	✗
Si	✗	✗	✗	✗	✗	↑	✗	✗	↓	✗

↑=Incremento, ↓=Decremento, ✗ Sin efecto.

solo algunos efectos en algunos nutrientes. Este hallazgo da evidencia de que a lo largo de las diferentes etapas fenológicas de las heliconias, los elementos benéficos pudieran modular de manera más evidente las concentraciones nutricionales de más elementos esenciales, y en última instancia, afectar el crecimiento y la vida de florero de las inflorescencias que emerjan de estas plantas.

CONCLUSIONES

Los elementos benéficos aluminio, cobalto, selenio y silicio adicionados a la solución nutritiva no presentaron efecto alguno en los indicadores de crecimiento. En cuanto a las concentraciones de elementos esenciales en tejido vegetal, se observaron aumentos en las concentraciones de P, Fe, Cu, Ca y Mn.

LITERATURA CITADA

- Alcántar G.G., Sandoval V.M. 1999. Manual para el análisis químico de tejido vegetal. Publicación Especial No. 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, México.
- Babak J., Majid R. 2011. Carnation flowers senescence as influenced by nickel, cobalt and silicon. J. Biol. Environ. Sci. 5, 147-152.
- Balakhnina T., Borkowska A. 2013. Effects of silicon on plant resistance to environmental stresses: review. Int. Agrophys. 27, 225-232. doi: 10.2478/v10247-012-0089-4
- Borda O.A., Barón F.H., Gómez M.I. 2007. El silicio como elemento benéfico en avena forrajera (*Avena sativa* L.): Respuestas fisiológicas de crecimiento y manejo. Agron. Colomb. 25, 273-279.
- Chapman H.D., Pratt P.F. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Trillas, México. 195 p.
- Chen Z., Watanabe T., Shinano T., Okazaki M., Shinano T. 2009. Rapid characterization of plant mutants with altered ion-profile: a case study using *Lotus japonicus*. New Phytol. 181, 795-801.
- De la Cruz-Guzmán G.H., Arriaga-Frías A., Mandujano-Piña M., Elias-Arias J.B. 2007. Efecto de tres preservadores de la longevidad sobre la vida postcosecha de Rosa cv. Royalty. Rev. Chapingo Ser. Hort. 13, 109-113.
- Dong B., Sang W.L., Jiang X., Zhou J.M., Kong F.X., Hu W., Wang L.S. 2002. Effects of aluminum on physiological metabolism and antioxidant system of wheat (*Triticum aestivum* L.). Chemosphere. 47, 87-92.
- Furcal-Beriguete P., Herrera-Barrantes A. 2013. Efecto del silicio y plaguicidas en la fertilidad del suelo y rendimiento del arroz. Agron. Mesoam. 24, 365-378.
- Gallardo A.F., Pino M.B., Alvear M.Z., Borie B.F. 2005. Efecto del aluminio en la producción de materia seca y en la actividad nitrato reductasa de dos variedades de trigo, creciendo en soluciones nutritivas. R.C. Suelo Nutr. Veg. 5, 30-36.
- Germ, M., Stibilj, V., Kreft I. 2007. Metabolic importance of selenium for plants. Eur. J. Plant Sci. Biotech. 1, 91-97.
- Hajiboland R., Keivanfar N. 2012. Selenium supplementation stimulates vegetative and reproductive growth in canola (*Brassica napus* L.) plants. Acta Agric. Slov. 9, 13-19. doi: 10.2478/v10014-012-0002-7
- Hartikainen H., Xue T., Piironen V. 2000. Selenium as an anti-oxidant and pro-oxidant in ryegrass. Plant Soil. 225, 193-200.
- Hawrylak-Nowak B. 2008. Effect of selenium on selected macronutrients in maize plants. J. Elementol. 13, 513-519.
- Hawrylak-Nowak B. 2013. Comparative effects of selenite and selenate on growth and selenium accumulation in lettuce plants under hydroponic conditions. Plant Growth Regul. 70, 149-157. doi: 10.1007/s10725-013-9788-5.
- Jowkar M.M., Kafi M., Khalighi A., Hasanzadeh N. 2012. Evaluation of aluminum sulfate as vase solution biocide on postharvest microbial and physiological properties of 'Cherry Brandy' rose. Ann. Biol. Res. 3, 1132-1144.
- Kazemi M., Ameri A. 2012. Effect of Ni, Co, SA and sucrose on extending the vase-life of lily Cut Flower. Iranica J. Energy Environ. 3, 162-166. doi: 10.5829/idosi.ijee.2012.03.02.0258
- Kazemi M., Holami G., Bahmanipour F. 2012. Effect of silicon and acetylsalicylic acid on antioxidant activity, membrane stability and ACC-oxidase activity in relation to vase life of carnation cut flowers. Biotechnol. 11, 87-90. doi: 10.3923/biotech.2012.87.90
- KeLing H., Ling Z., JiTao W., Yang Y. 2013. Influence of selenium on growth, lipid peroxidation and antioxidative enzyme activity in melon (*Cucumis melo* L.) seedlings under salt stress. Acta. Soc. Bot. Pol. 82, 193-197. doi: 10.5586/asbp.2013.023
- Li-Jen L., Yu-Han L., Kuang-Liang H., Wen-Shaw C. 2000. Vase life of *Eustoma grandiflorum*



- as affected by aluminium sulfate. Bot. Bull. Acad. Sin. 42, 35-38.
- Ma J. F., Yamaji N. 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. Trends Plant Sci. 11, 392-397.
- Mandujano-Piña M., Colinas-León Ma. T., Castillo-González A.M., Alía-Tejacal I., Valdez-Aguilar L.A. 2012. Cobalto como retardante de la senescencia de *Lilium* híbrido oriental en postcosecha. Rev. Chapingo Ser. Hortic. 18, 239-252. doi:10.5154/r.rchsh.2010.09.034
- Mohammadi M., Hashemabadi D., Kaviani B. 2012a. Improvement of vase life of cut tuberose (*Polianthes tuberosa* cv. 'Single') with aluminum sulfate. Ann. Biol. Res. 3, 5457-5461.
- Mohammadi M., Hashemabadi D., Kaviani B. 2012b. Effect of cobalt chloride on vase life and postharvest quality of cut tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). Euro. J. Exp. Biol. 2, 2130-2133.
- Pilon-Smits E.A., Quinn C. F., Tapken W., Malagoli M., Schiavon M. 2009. Physiological functions of beneficial elements. Curr. Opin. Plant Biol. 12, 267-274. doi: 10.1016/j.pbi.2009.04.009
- Raya J.C.P., Aguirre C.L.M. 2009. Composición elemental de algunas especies de plantas silvestres mexicanas. Rev. Chapingo Ser. Cien. For. Ambient. 15, 95-99.
- Seyf M., Khalighi A., Mostofi Y., Naderi R. 2012. Study on the effect of aluminum sulfate treatment on postharvest life of the cut rose 'Boeing' (*Rosa hybrida* cv. Boeing). J. Hortic. Sci. 16, 128-132. doi: 10.5539/jas.v4n12p174
- Shahnaz G., Shekoofeh E., Kourosh D., Moohamadbagher B. 2011. Interactive effects of silicon and aluminum on the malondialdehyde (MDA), proline, protein and phenolic compounds in *Borago officinalis* L. J. Med. Plant Res. 5, 5818-5827.
- Teyebe B., Sakine F., Mohammad A.N., Mohammad H.A., 2013. The effect of chemical treatments on cut flower longevity of rosa hybrid cultivar Maroussia. Int. J. Agron. Plant Prod. 4, 450-453.
- Trejo-Téllez L.I., Gómez-Merino F.C., Alcántar-González G. 2007. Elementos benéficos. In: Nutrición de cultivos. G. Alcántar, L. I. Trejo-Téllez (eds.). México, D. F.: MundiPrensa y Colegio de Postgraduados. pp. 59-101.
- Trejo-Téllez L.I., Gómez-Merino F.C. 2012. "Nutrient solutions for hydroponic systems", in Hydroponics - A Standard Methodology for Plant Biological Researches, ed. T. Asao (Rijeka, Croatia: InTech), 1-22.
- Wang X.D., Ou-yang C., Fan Z.R., Gao S., Chen F., Tang L. 2010. Effects of exogenous silicon on seed germination and antioxidant enzyme activities of *Momordica charantia* under salt stress. J. Anim. Plant Sci. 6, 700-708.
- Watanabe T., Jansen S., Osaki M. 2005. The beneficial effect of aluminium and the role of citrate in Al accumulation in *Melastoma malabathricum*. New Phytol. 165, 773-80. doi: 10.1111/j.1469-8137.2004.01261.x



ESTIMACIONES DE APOYO AL PRODUCTOR Y DESEMPEÑO ECONÓMICO DEL SECTOR AGROPECUARIO MEXICANO EN LA INTEGRACIÓN ECONÓMICA

ESTIMATION OF PRODUCER SUPPORT AND ECONOMIC PERFORMANCE OF THE MEXICAN AGRICULTURAL AND LIVESTOCK SECTOR IN ECONOMIC INTEGRATION

Cruz-Delgado, D.¹; Leos-Rodríguez, J.A.^{2*}; García-Álvarez Coque, J.M.³

¹Universidad Politécnica de Victoria. Av. Nuevas Tecnologías 5902, Parque Científico y Tecnológico de Tamaulipas, 87138 Ciudad Victoria, Tamps. Tel y Fax 01 834 171 1100. danycdv@gmail.com.

²Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5 Chapingo, Estado de México C.P. 56230. ³Grupo de Economía Internacional. Universidad Politécnica de Valencia. ETS de Ingenieros Agrónomos. Departamento de Economía y Ciencias Sociales. Edificio 3B. Camino de Vera, s/n. 46022 Valencia, España. jmgarcia@prv.upv.es

*Autor responsable: jleos45@gmail.com

RESUMEN

Se analizó la correlación entre las estimaciones de apoyo a la agricultura y el desempeño económico del sector agropecuario mexicano, considerando que dichos apoyos son afectados por las reformas agrícolas, cuantificando los cambios en los apoyos a productores y el desempeño de este sector en el contexto de la liberalización comercial. Las pruebas estadísticas fueron comparación de medias y correlación de Pearson. El periodo de análisis fue 1986 a 2014, dividido en dos subperiodos: 1986-1993 (antes del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, TLCAN) y 1994-2014 (después del TLCAN). No se encontró una asociación significativa entre estimaciones de apoyo al productor y desempeño del sector agropecuario. Tampoco se registraron diferencias significativas entre estimaciones de apoyo promedio al productor antes y después del TLCAN. El desempeño del sector agropecuario antes y después del TLCAN presentó diferencias significativas positivas.

Palabras clave: política agrícola, apertura comercial, exportación agropecuaria, TLCAN.

ABSTRACT

The correlation between estimations of support for agriculture and economic performance of the Mexican agricultural and livestock sector was analyzed, considering that these supports are affected by agricultural reforms, quantifying the changes in producer support and the performance of this sector in the context of trade liberalization. The statistical tests were means comparison and Pearson correlation. The period of analysis was 1986 to 2014, divided into two sub-periods: 1986-1993 (before the North American Free Trade Agreement, NAFTA) and 1994-2014 (after NAFTA). A significant association between estimations of producer support and performance of the agricultural and livestock sector was not found. Significant differences were also not found between estimations of average support for the producer before and after NAFTA. The performance of the agricultural and livestock sector before and after NAFTA presented positive significant differences.

Keywords: agricultural policy, commercial openness, agricultural/livestock exports, NAFTA.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 3, marzo, 2017, pp. 69-74.

Recibido: Octubre, 2016. **Aceptado:** Enero, 2017.

INTRODUCCIÓN

La política agrícola tiene un papel fundamental en la economía para enfrentar los principales desafíos mundiales como la seguridad alimentaria, el cambio climático y la pobreza. La política agrícola en México ha pasado por una serie de reformas que afectan el medio rural en el ingreso, la producción, empleo rural y precios de los productos del agro. La política agraria mexicana ha realizado reformas fundamentales, tales como la modificación del artículo 27 constitucional, en la política comercial, la liberalización comercial, y en los programas de apoyo. La política agrícola está influenciada por la política fiscal, monetaria y comercial. La política comercial es de las que mayor polémica ha generado en el sector agropecuario mexicano, especialmente por los socios comerciales con los que México firmó el TLCAN, el país quedaba en desventaja ante sus socios, Canadá y Estados Unidos, por ser países más desarrollados. Históricamente, dos etapas caracterizan la participación del Estado en la agricultura mexicana. La primera es una destacada intervención en la actividad agropecuaria a través de cuantiosos subsidios y transferencia; la segunda se inicia con el ingreso de México al Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT) en 1986, a partir de la cual se reorientaron paulatinamente los apoyos al sector agropecuario con el propósito de que los productores se adapten a las nuevas condiciones del mercado. La mayoría de las predicciones sobre los impactos del TLCAN en México en el ámbito agropecuario se enfocaron a pronosticar los cambios que ocurrirían en la estructura productiva (Rubio, 1992; CIESTAAM, 1992; Rubio y Vélez, 1994) y la hipótesis generalizada fue que los productores dejarían de sembrar granos básicos para cultivar frutas y hortalizas, productos en los que el país posee ventajas comparativas. Sin embargo, tal resultado no ha sido inmediato ni generalizado para todos los productores, principalmente porque hay apoyos presupuestarios dirigidos especialmente a fomentar la producción de granos básicos.

Hay investigaciones sobre el impacto del TLCAN en la agricultura y los principales cambios en el sector agrícola a raíz de su entrada en vigor (Sánchez y De la Luz, 2007; Málaga y Gary, 2010). Otros autores analizan la repercusión del TLCAN sobre la producción y el comercio de algún cultivo en particular (Guajardo, 2004; Knutson *et al.*, 2010) o grupo de cultivos entre los que destacan frutales y hortalizas (Mestiza y Escalante, 2003; Macías, 2010). También se han analizado los efectos ambientales derivados del comercio en la zona del TLCAN (Martínez, 2002; De Ita, 2003; Vilas-Ghiso y Liverman, 2007; Zhang, 2010) y los cambios en el patrón de cultivos y del comercio (Coughlin, 2003; Avendaño y Acosta, 2009). La política agrícola ha sido analizada desde diferentes ópticas. Algunos autores analizan un programa de apoyo como los Directos al Campo (Procampo), el Apoyo a la Comercialización, Ingreso Objetivo y Agricultura por contrato (Juárez y Ramírez, 2006; Echánove, 2009; Steffen, 2010) o realizan un análisis comparativo entre programas o repercusiones de la sustitución de una política agropecuaria (Jiménez *et al.*, 2008). Otros, especialmente la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), utilizaron el indicador de Estimación de Apoyos al Productor (EAP y PSE, por sus siglas en inglés) de la OCDE (González y Orrantía, 2006).

La estimación de apoyos al productor es el valor monetario anual de las transferencias de los consumidores y contribuyentes a los productores agrícolas, medido a nivel de explotación agrícola, derivadas de las medidas de política que apoyan la agricultura, independientemente de su naturaleza, objetivos o impactos en la producción agrícola o el ingreso (OCDE, 2012). Si bien es cierto que las EAP han sido el insumo estadístico de diversos análisis, no se les ha relacionado con el proceso de apertura comercial. Uno de los problemas principales en México es que se destina un alto porcentaje del PIB agropecuario al gasto público en agricultura, pero éste no impacta en el desempeño del sector (Valdés, 2008). Así, la principal pregunta de investigación para este análisis es ***¿Qué relación existe entre los apoyos a los productores y el desempeño económico del sector agropecuario de México?*** Se parte del supuesto de que la evolución de las variables valor de la producción agrícola, exportaciones agropecuarias y el Producto Interno Bruto Agropecuario reflejan el desempeño económico del sector. Con base en las consideraciones expuestas, se analizó la relación entre los apoyos a la agricultura en México y el desempeño económico del sector agropecuario mexicano, y cuantificar los cambios en las estimaciones de apoyo al productor y en el desempeño económico del sector agropecuario mexicano, antes y después de la liberalización comercial. La investigación se sustentó en las hipótesis de que México es uno de los países latinoamericanos que mayor gasto público destina a la agricultura, por lo que se esperaba que la correlación de las estimaciones de apoyo al productor sean positivas y significativas

con el desempeño económico del sector; que al encontrarse México en una posición de desventaja competitiva con sus socios comerciales y con la finalidad de que los productores se adaptaran al proceso de globalización, el apoyo a los agricultores habría aumentado posteriormente a la entrada en vigor del TLCAN.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron los indicadores de la OCDE, referentes a la medición del apoyo a la agricultura que ofrecen los países miembros (Cuadro 1).

El periodo de análisis fue de 1986 a 2011, dividido en dos subperiodos: 1986-1993 (antes del TLCAN) y 1994-2011 (después del TLCAN). Primero, se describe y compara la evolución de las estimaciones de apoyo al productor (EAP) y del valor de la producción agrícola nacional, a través del cálculo de los índices de crecimiento. También se comparó el crecimiento de los siguientes componentes antes y después del TLCAN: EAP (estimación de apoyo a la agricultura); EAGA (estimación de apoyos generales a la agricultura), que recoge el valor monetario de las transferencias anuales a la agricultura proporcionadas para la provisión de servicios de investigación, desarrollo rural, inspección, marketing, promoción, entre otros; EAT (estimación del apoyo total). Indicador del valor monetario anual de todas las transferencias, derivadas de medidas de política, que apoyan al sector. Es la suma de las transferencias o pagos a productores (EAP), las actuaciones de carácter estructural (EAGA) y las transferencias

o pagos de los contribuyentes a los consumidores (ATC). Se calculó la participación en el apoyo total de cada uno de los componentes en el trienio inicial (1986-1988) y final (2012-2014) del periodo de análisis. Se aplicó una prueba de correlación de Pearson para analizar la relación entre el PSE y el valor de la producción nacional, la producción de frutas y hortalizas (por ser el sector más dinámico con la apertura comercial), el valor de la producción de frutas y hortalizas, las exportaciones agropecuarias y el PIB agropecuario. La hipótesis para cada una de las variables se definió como $H_0: r=0$ vs. $H_a: r \neq 0$. La clasificación utilizada para interpretar los coeficientes de correlación fue la de Davis (1971).

Coeficientes		Descripción
0.7 o más	-0.7 o más	Asociación muy fuerte
0.5 a 0.69	-0.5 a -0.69	Asociación significativa
0.3 a 0.49	-0.3 a -0.49	Asociación moderada
0.1 a 0.29	-0.1 a -0.29	Asociación baja
0.01 a 0.09	-0.01 a -0.09	Asociación irrelevante

Bajo el supuesto de que las variables exportaciones agropecuarias, PIB agropecuario y el valor de la producción agrícola reflejan el desempeño del sector agropecuario, se les aplicó un análisis de comparación de medias antes (1986-1993) y después del TLCAN (1994-2014) y una prueba t para determinar la significancia de las diferencias entre periodos. Se compararon las TMCA (tasas medias de crecimiento anual) de las EAP, valor de la producción agrícola, exportaciones agropecuarias y PIB Agropecuario antes y después del TLCAN con los subperiodos mencionados. Se utilizó la base de datos PSE (Producer Support Estimate) de la OCDE, que integra información de las estimaciones de apoyo al productor para los países miembros de la OCDE y algunos no miembros relevantes (OCDE, 2012). Se analizaron las estimaciones para México de las EAP, EAGA, EAT, APM y TP. Los datos de las variables del valor de la producción agrícola nacional, producción de frutas y hortalizas y valor de la producción de frutas y hortalizas se obtuvieron del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON, 2011). El valor de las exportaciones agropecuarias se obtuvo del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados, elaborada con datos del Banco de México (Banxico, 2011). Las EAP, EAGA, EAT, AMP, TP y el valor de la producción agrícola nacional y de frutas y hortalizas se deflactaron con el índice de precios al productor (IPP). El valor de las exportaciones

Cuadro 1. Componentes de las estimaciones de apoyo al productor de la OCDE.

Indicador	Significado
Estimación de Apoyo al Productor (EAP)	Es un indicador del valor anual de las transferencias brutas, originadas por políticas de apoyo a la agricultura, independientemente de su naturaleza, objetivo o impacto en la producción agraria, las rentas o el medioambiente.
Apoyo al precio de mercado (APM)	Las que mantienen precios internos más altos (y ocasionalmente más bajos) para los productores que los a nivel mundial.
Transferencias presupuestarias (TP)	Son las que proporcionan pagos a los productores, basados en criterios como el volumen producido, la cantidad de insumos usada, el número de animales, el área cultivada o el ingreso recibido. Pueden ser apoyos basados en <i>commodities</i> (ABC), pagos basados en la producción (PBP), pagos basados en insumos (PBI) y apoyos directos (AD).

Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE, 2012.

Cuadro 2. Correlación de las estimaciones de apoyo al productor con el desempeño agropecuario de México (millones de pesos de 2003).

VARIABLES DE DESEMPEÑO AGROPECUARIO	EAP	ABC	APM	PBP	PBI	AD
Exportaciones agropecuarias	-0.38*	-0.4*	-0.4*	0.1	-0.3	0.7*
PIB Agropecuario	0.13	0.1	0.0*	0.6	-0.3	0.6*
Valor de la producción agrícola	0.23	0.2	0.2	-0.4	0.2	0.0
Producción de frutas y hortalizas (toneladas)	0.08	0.0	0.0	0.6*	-0.3	0.6*
Valor de la producción de frutas y hortalizas	0.53*	0.5*	0.5*	0.2	-0.3	0.3

Correlación de Pearson; *Significativo $p \leq 0.05$ (nivel de confianza de 95%). Para la simbología remitirse al Cuadro 1.

agropecuarias se deflactó con el Índice general de precios de las exportaciones (IPE) del Banco de México (Banxico, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La correlación de las EAP con el PIB Agropecuario, el valor de la producción agrícola nacional y la producción de frutas y hortalizas es baja y no significativa (Cuadro 2). Existe correlación significativa positiva de las EAP con el valor de la producción de frutas y hortalizas, principales sectores con ventajas comparativas y potencial de exportación. Por el contrario, con las exportaciones agropecuarias, las EAP tienen relación inversa moderada, lo que podría explicarse porque los apoyos a productores van dirigidos a la producción de granos básicos. Las exportaciones agropecuarias y el PIB agropecuario se correlacionaron positiva y significativamente con apoyos directos, que en México se conforma fundamentalmente por el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO).

Existen diferencias significativas del valor de las exportaciones agropecuarias, el PIB agropecuario, la producción y el valor de las frutas y hortalizas, después del TLCAN se han incrementado (Cuadro 3). Se incluyeron las variables de producción y valor de frutas y hortalizas porque son los cultivos que mayor dinamismo han tenido tanto en producción como en superficie sembrada; y si bien es cierto que el valor de la producción agrícola de México no presenta diferencias significativas, sí la producción de frutas y hortalizas, que hace suponer que el incremento de las exportaciones agropecuarias se debe al aumento en la producción de éstas, cuyo principal destino son los Estados Unidos de América.

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.01$) entre las estimaciones de apoyo promedio al productor (EAP), antes y después del TLCAN, ni en dos de sus componentes: apoyos basados en commodities y apoyos al precio del mercado. Los componentes de

las EAP en los que se encontraron diferencias significativas antes y después del TLCAN fueron los pagos basados en la producción, los del uso de insumos y los apoyos directos (Cuadro 4).

La política implementada en México para incrementar la competitividad del sector agrícola a partir de 1995, se agrupó en tres programas principales: PROCAMPO, que es un subsidio al ingreso del productor; Alianza para el Campo, con la finalidad de impulsar la capitalización e incrementar la producción y la productividad del sector, y los Apoyos a la Comercialización, cuyo propósito fue contar con un instrumento para el impulso a la comercialización de la producción agropecuaria y reducir conflictos en la comercialización del sorgo en Tamaulipas y se extendió al maíz en Sinaloa y trigo en Sonora, posteriormente se hizo extensivo a otras regiones del país.

La composición de los apoyos a la agricultura (Cuadro 5), pone de manifiesto la necesidad de invertir más

Cuadro 3. Diferencias en el desempeño económico del sector agropecuario antes y después del TLCAN (millones de pesos de 2003).

VARIABLE	SIN TLCAN	CON TLCAN	DIFERENCIA	%
Exportaciones agropecuarias	28,842.8 ^a	48,515.6 ^b	19,672.8	68.2
PIB Agropecuario	835,115.8 ^a	1,112,049.8 ^b	276,934.0	33.2
Valor de la producción agrícola	209,478.6 ^a	211,355.2 ^a	1,876.7	0.9
Producción de F y H (millones de toneladas)	16.6 ^a	24.8 ^b	8.2	49.4
Valor de la producción de FyH	64,635.9 ^a	73,722.7 ^b	9,086.7	14.1

Medias con diferentes superíndices indican diferencias significativas ($p \leq 0.01$, nivel de confianza de 99%).

Cuadro 4. Diferencias de las estimaciones de apoyo al productor antes y después del TLCAN (millones de pesos de 2003).

Variable	Sin TLCAN	Con TLCAN	Diferencia	%
EAP (pesos)	60,777.5 ^a	57,417.1 ^a	-3,360.4	-5.5
Apoyos basados en <i>commodities</i>	33,526.2 ^a	27,046.7 ^a	-6,479.5	-19.3
Apoyo al precio de mercado	33,221.6 ^a	25,198.9 ^a	-8,022.7	-24.1
Pagos basados en la producción	304.7 ^a	1,847.8 ^b	1,543.2	506.4
Pagos basados en uso de insumos	27,223.7 ^a	16,251.8 ^b	-10,971.9	-40.3
Apoyos directos	0.0 ^a	12,209.6 ^b	12,209.6	

Medias con diferentes superíndices indican diferencias significativas ($p < 0.01$, nivel de confianza de 99%).

recursos en el componente de EAGA como condición necesaria para impulsar la competitividad del sector. Si bien es cierto que las transferencias a los productores son necesarias, la inversión en bienes públicos es lo que permite un desarrollo integral de la agricultura.

En México alrededor del 70% de los recursos se destinan a la inversión en bienes privados, pero para lograr el desarrollo del sector se requiere invertir más en bienes públicos que permitan lograr la competitividad de los productores agropecuarios. La inversión en infraestructura carretera, en capacitación, asistencia técnica y en investigación y desarrollo, son elementos fundamentales que permiten la inserción de los productores a los mercados y el desarrollo del sector (Mogues y Benin, 2012; FAO, 2012). La comercialización es limitante de la competitividad del sector, de ahí que deba ser uno de los objetivos centrales de la política agrícola.

La liberalización comercial y los apoyos a la agricultura

La liberalización de los mercados puede mejorar el nivel de vida de la población, dado que tendría acceso a productos de mejor calidad y a precios competitivos. La brecha entre los precios internacionales y domésticos se acorta con la integración comercial, aunque las políticas agrícolas también juegan un papel importante. El creci-

miento promedio anual de las EAP, del valor de la producción agrícola y del PIB agropecuario ha sido menor en el periodo posterior al TLCAN (1994-2014), durante el cual, incluso las EAP tuvieron un crecimiento negativo (Cuadro 6). No obstante que el valor de la producción agrícola y el PIB agropecuario aumentaron en promedio de un periodo a otro (de antes a después del TLCAN), su ritmo de crecimiento medio anual ha sido menor después del TLCAN.

CONCLUSIONES

Las estimaciones de apoyo al productor no presentaron diferencias estadísticas significativas entre antes y después del TLCAN. El desempeño del sector agropecuario mexicano ha sido positivo después del TLCAN. **La política comercial se ha adaptado a los cambios del mercado, los apoyos se han focalizado a los cultivos que no presentan ventajas comparativas para los productores como los granos básicos**, y es una de las razones por las que la OCDE calcula el apoyo al precio de mercado de estos productos, entre otros. La participación en el mercado del TLCAN sigue siendo un desafío estructural en México, elevar las exportaciones aprovechando la cercanía con Estados Unidos es necesario y posible. Si el apoyo a la agricultura se otorgara en mayor porcentaje a los apoyos generales a la agricultura

Cuadro 5. México: Promedio trianual de los componentes de apoyo a la agricultura y participación relativa sobre el apoyo total.

Variable	1986-1988	2012-2014	Participación sobre el apoyo total (%)	
			1986-1988	2012-2014
EAP	557.4	74735.0	31.6	76.5
EAGA	848.1	10204.7	48.1	10.4
ATC	359.1	12816.0	20.3	13.1
EAT	1764.6	97755.7	100.0	100.0

Cuadro 6. Comparativo de los estimados de apoyo al productor con variables de desarrollo del sector agropecuario mexicano (millones de pesos de 2003).

Variable	EAP Valor de la producción agrícola		PIB Agropecuario
	TMCA (%)		
Antes del TLCAN (1986-1993)	35.8	2.2	2.0
Después del TLCAN (1994-2014)	-1.9	0.3	1.0

Fuente: elaboración propia con datos de OCDE (2012), SIACON (2011) e INEGI (2009)

(EAGA), que consisten en servicios de investigación, desarrollo rural, inspección, marketing, promoción, entre otras, podría aumentarse el desempeño del sector en México.

LITERATURA CITADA

- Avenidaño R.B.D., Acosta M.A.I. 2009. Midiendo los resultados del comercio agropecuario mexicano en el contexto del TLCAN. *Estudios Sociales* 17(33): 42-81.
- Banxico (Banco de México). 2011. Estadísticas del valor de las exportaciones agropecuarias y los índices de precios al productor y de las exportaciones. <http://www.banxico.org.mx/> Consultada el 8 diciembre del 2011).
- CIESTAAM. 1992. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. La agricultura mexicana frente al Tratado Trilateral de Libre Comercio. UACH, México. 256 p.
- Coughlin C.C., Howard J. W. 2003. NAFTA and the changing pattern of state exports. *Papers Reg. Sci.* 82. pp. 427-450.
- Davis J.A. 1971. *Elementary Survey Analysis*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ, USA. 195 p.
- De Ita R.A. 2003. Los impactos socioeconómicos y ambientales de la liberalización comercial de los granos básicos en el contexto del TLCAN: el caso de Sinaloa. *Centro Mexicano de Derecho Ambiental*.
- Echánove H.F. 2009. Políticas Públicas y Maíz en México: el esquema de Agricultura por Contrato. *Anales de Geografía*, vol. 29, núm. 2. Pp. 65-82
- FAO. 2012. *The state of food and agriculture*. Rome, Italia. ISBN 978-92-5-107317-9. 166 p.
- Guajardo Q.R.G., Villezca B.P.A. 2004. Impacto de la apertura comercial de México y de su integración en bloques comerciales en el mercado mundial del limón. *Estudios Económicos*, enero-junio, año/vol. 19, número 001. pp. 61-92.
- González E.A., Orrantía B.M.A. 2006. "Los subsidios agrícolas de México". *Agricultura Técnica en México*, núm. septiembre-diciembre, pp. 323-331.
- Jiménez G.E., Martínez M.A. Kido D.A.C. 2008. Política de precios de garantía contra apoyos directos: análisis del bienestar del productor. *Revista Fitotecnia Mexicana*, Vol. 31 (4): 383-389.
- Juárez S.J.P., Ramírez V.B. 2006. El programa de subsidios directos a la agricultura (Procampo) y el incremento de la producción de maíz en una región campesina de México, Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.2, Número 2. pp. 373-391.
- Knutson R.D., Westhoff P., Sherwell P. 2010. Trade Liberalizing Impacts of NAFTA in Sugar: Global Implications. *International Food and Agribusiness Management Review* Volume 13, Issue 4. 16 p.
- Macías M.A. 2010. Competitividad de México en el mercado de frutas y hortalizas de Estados Unidos de América, 1989-2009. *Agroalimentaria*, vol. 16, núm. 31, julio-diciembre, 2010. pp. 31-48.
- Málaga J.E., Gary W.W. 2010. La competitividad de México en la exportación de productos agrícolas. *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. XIV, núm. 27, julio-diciembre, pp. 295-309.
- Martínez R.J.M. 2002. Acuíferos y agroquímicos en una región fronteriza: retos y oportunidades del TLCAN para la agricultura mexicana. *Red Fronteriza de Salud y Ambiente A.C. y Universidad de Sonora*. 35 p.
- Mestiza E.M.J., Escalante R. 2003. Exportaciones hortofrutícolas mexicanas en el TLCAN: ¿Ventaja comparativa? Cuadernos de Desarrollo Rural, primer semestre, número 050. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. pp. 35-62.
- Mogues T., Benin S. 2012. Public Expenditures in Agriculture in Mozambique: What Investments are Required for Technical Change, and What Drives Investment Decisions? Working paper 3 | December 2012. *International Food Policy Research Institute*. USA. 27 p.
- OCDE. 2015. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Base de datos de los apoyos estimados a la agricultura de los países miembros. http://www.oecd.org/document/58/0,3746,en_2649_33773_32264698_1_1_1_1,00.html Consultada el 01 de agosto de 2015.
- Rubio L. 1992. ¿Cómo va afectar a México el Tratado de Libre Comercio? *Fondo de Cultura Económica*. pp: 185-200.
- Sánchez D.A., De la Luz J G. 2007. Mexico twelve years after the implementation of the NAFTA. *Análisis Económico*, primer cuatrimestre, año /vol. XXII, número 049. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Distrito Federal, México. pp. 31-51.
- SIAP/SIACON. 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera / Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta SIACON 1980-2014. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Itemid=426 Consultada el 30 de Septiembre de 2015.
- Steffen R.M.C. 2010. Los subsidios a la comercialización de granos y los ejidatarios de Guanajuato: ¿una vía para conservar su identidad como graneleros? *Polis: Investigación y Análisis Sociopolítico y Psicosocial*, vol. 6, núm. 2. pp. 189-221.
- Vélez, F. y G. M. Rubio. 1994. Lo negociado del TLC. Un análisis económico sobre el impacto sectorial del Tratado de Libre Comercio. *Compiladora Georgina Kessel*. McGraw Hill/ITAM. México. pp: 83-93
- Zhang Z. 2010. Services, the environment and the NAFTA. *Int Environ Agreements* 10:89-91.



CULTIVO DE MALANGA (*Colocasia esculenta* Schott) EN TUXTLA CHICO, CHIAPAS, MÉXICO

TARO CULTIVATION (*Colocasia esculenta* Schott) IN TUXTLA CHICO, CHIAPAS, MEXICO

Mazariegos-Sánchez, A.¹; Águila-González, J.M.²; Milla-Sánchez, A.I.³; Espinosa-Zaragoza, S.⁴; Martínez-Chávez, J.⁵; López-Sánchez, C.⁶

¹Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias de la Administración. Cuerpo Académico: "Administración de las organizaciones, los agro negocios y el turismo sustentable". ²Consultor independiente en agricultura orgánica. ³Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias de la Administración. Cuerpo Académico: "Administración de las organizaciones, los agronegocios y el turismo sustentable". ⁴Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Cuerpo Académico: "Agricultura Tropical Ecológica". ⁵Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias de la Administración. Cuerpo Académico: "Administración de las organizaciones, los agronegocios y el turismo sustentable". ⁶Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias de la Administración. Cuerpo Académico: "Administración de las organizaciones, los agronegocios y el turismo sustentable".

Autor de correspondencia: adrianamazariegos@prodigy.net.mx

RESUMEN

El cultivo de raíces y tubérculos ocupan el segundo lugar mundial en área sembrada y volumen de producción con 47, 523,000 ha, y 556 676,000 t. La malanga (*Colocasia esculenta* Schott) es un cultivo no tradicional y por sus características de zona tropical es un producto factible de cultivarse y colocar a México como el principal proveedor de Estados Unidos. Con la adopción de este cultivo se abatiría el monocultivo del mango (*Mangifera indica* L.) que predomina en región de la costa de Chiapas, México. Se describen los principales aspectos del cultivo de malanga como cultivo incipiente y rasgos sociales de los productores

Palabras clave: Taro, cultivo, traspatio, exportacion.

ABSTRACT

The cultivation of roots and tubers occupies the second place globally in the sown area and production volume with 47, 523,000 ha and 556 676,000 t. Taro (*Colocasia esculenta* Schott) is a non-traditional crop and because of its characteristics of tropical zone, it is a product that can feasibly be cultivated and place México as the principal supplier for the United States. With the adoption of this crop, the monocrop of mango (*Mangifera indica* L.) could be abated, which predominates in the coastal region of Chiapas, México. The main aspects of taro cultivation as incipient crop and the social traits of producers are described.

Keywords: Taro, cultivation, backyard, export.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 3, marzo, 2017, pp: 75-80.

Recibido: Mayo, 2016. **Aceptado:** Febrero, 2017.



INTRODUCCIÓN

La malanga (*Colocasia esculenta* Schott) es una planta perenne tropical que se usa principalmente como verdura por su cormo comestible, es una raíz comestible de ciclo corto, que puede permanecer bajo tierra hasta 16 meses, a diferencia de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) que solo dura nueve meses. La malanga está emparentado botánicamente con las especies de los géneros *Xanthosoma* y *Caladium*, usadas como ornamentales y en ocasiones llamadas oreja de elefante. La Malanga, hortaliza originaria de Asia, fue introducida en América por los esclavos negros. En México se produce una variante adaptada en forma silvestre en zonas tropicales en las orillas de ríos, arroyos o lagunas (Álvarez Ávila, 2013), (Zapata Martínez & Velásquez Escandón, 2013). Se enmarca dentro de los productos exóticos o no tradicionales, cuyo consumo mundial ha tenido un auge importante aprovechando el interés por parte de sectores crecientes de consumidores (Ulloa Ramones). Debido al contenido de almidón de estructura microgranular, minerales y vitaminas (Magnesio, Hierro, Fósforo, Potasio, Sodio, Cobre y Manganeso, Vitamina C, Vitamina E y Vitamina B6) hacen de la malanga una fuente de alimentos nutritiva y de alta digestibilidad (Mundo alimentos, 2011), (Bruso & García Menendez, 2014), (Malanga & Pitahaya, 2009), (Hernández, Chávez, & Bourges, 1974), (Rodríguez Miranda *et al.*, 2011). En México, la producción de malanga es incipiente, solo se cultiva en Oaxaca (Torres, 2013), Veracruz (Durán Peña, 2015) y Puebla, que en conjunto conforman 100 hectáreas de las cuales se cosechan 2 mil 500 toneladas, las cuales son destinadas a la exportación hacia Estados Unidos y Canadá, cuya demanda es de 30 mil toneladas anuales. Diversos estudios técnicos indican que el camote malanga es un cultivo rentable el cual tiene un costo de producción estimado de 45 mil pesos por hectárea, con una producción de 25 t ha⁻¹. En el 2014, el precio pagado al productor fue de \$5.00 pesos MX por kilo, equivalente a \$125 mil pesos MX por hectárea, la rentabilidad de este producto es de \$2.77 pesos MX, lo cual indica que por cada peso invertido el productor gana \$1.77 pesos. De acuerdo con lo anterior, los cultivos no tradicionales representan una oportunidad de ingreso económico para los campesinos, pero desafortunadamente en las regiones tropicales y subtropicales no se tienen las condiciones adecuadas para su cultivo, debido a la falta de infraestructura y al desconocimiento del mercado.

Los únicos países que exportan malanga son Costa Rica, Nicaragua y Ecuador (Vega Andrade, 2012) que en conjunto no superan las 15 mil toneladas, debido a lo cual existe un déficit de exportación de 50%. Esto ofrece una importante oportunidad para México para ubicarse como un proveedor de malanga hacia los Estados Unidos, aprovechando la ventaja de su ubicación geográfica estratégica.

Aspectos agronómicos de la malanga

La malanga es una planta herbácea anual, su ciclo consta de nueve meses; prospera en climas cálido-húmedos, con temperaturas que oscilan entre 15 °C y 35 °C y altitudes de 0-1000 m. Prefiere suelos sueltos-limosos, con alto contenido de materia orgánica (como orillas de ríos o zonas propensas a

inundación) y con pH de 5.5 a 6.5. Prospera en suelos arcillosos pero si no hay disponibilidad de agua en la cosecha se dificulta la actividad; tolera inundaciones, puede sobrevivir hasta tres días bajo el agua. La malanga es una planta que demanda bastante agua. Para su siembra pueden emplearse los cormos ("camote") o las plántulas nuevas (hijuelos), los cormos para la siembra, deben pesar menos de 200 g, enteros, sanos y como tratamiento preventivo, se debe sumergir en una solución fungicida. Esta planta puede cultivarse bajo diferentes sistemas de producción (en surcos sencillos o en camas de doble hilera, en riego rodado, riego por goteo o micro aspersión). La densidad de población de esta planta puede variar desde 25 mil hasta 45 mil plantas ha⁻¹. De una hectárea establecida con malanga se puede obtener plántula para sembrar hasta 3 ha más (Perea, 2009), (Universidad Nacional Agraria, 2015). El cultivo de la malanga es afectado por muchas enfermedades fungosas cuya distribución geográfica e importancia económica varía considerablemente. Las enfermedades que causan manchas foliares y pudriciones radicales se presentan con mayor frecuencia y se distribuyen ampliamente, causando pérdidas en el rendimiento, y las más comunes son: *Cercospora* sp., *Punctellina solteroi* y *Sclerotinia rolfisii*. El hongo del género *Phythium* es frecuente encontrarlo en los trópicos. También se presenta bacteriosis (*Xantomonas* sp.) atacando al follaje de las hojas (amarillamiento). En cuanto a insectos plaga, se presentan nematodos produciendo las verrugas que dañan la calidad del producto. Adicionalmente, existen en menor escala insectos como la cochinilla

harinosa y el gusano cogollero. (EcuRed. Conocimiento con todos y para todos, 2015).

Comercialización

Actualmente la caja de malanga de 40 libras se compra al productor a USD\$10.00 y en Estados Unidos su precio es de alrededor de USD\$14.00. Existe la posibilidad de otro nicho de mercado de reciente apertura, y es hacia Colombia y Venezuela; aunque su precio es bajo, alcanzando por cada saco de 110 libras de segunda calidad USD\$11.00 puesto en el país. La malanga presenta un período de vida útil de tres meses, manejándola en refrigeración. Es muy sensible a daños por enfriamiento, presentando descomposición por humedad y por la presencia de altas temperaturas. Presenta buenas condiciones de conservación al ambiente natural, lo mismo ocurre a bajas temperaturas. En ambiente natural (26 °C y 76% de humedad relativa), la brotación comienza a las seis semanas. De acuerdo con datos del Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, difundidos por la Fundación Produce de la entidad indican que el cultivo de malanga es factible para el sur de Sinaloa, consideran que con la adopción del cultivo de malanga en el sur de Sinaloa el Estado produciría un alimento de alto valor nutricional, que puede ser empleado para consumo humano o animal. Los resultados preliminares de investigación, indican que hasta el momento los pulgones son la principal plaga para la malanga en la región y que éstos se controlan exitosamente con insecticidas comerciales. También señalan que el verano (durante la temporada de lluvias) es la mejor fecha de siembra para este cultivo, porque favo-

rece el crecimiento vigoroso, por la abundante humedad relativa y altas temperaturas. Con base en lo anterior, se desarrolló una descripción de los principales aspectos de la malanga como cultivo incipiente y rasgos sociales de los productores, con el fin de presentarla como alternativa al monocultivo de mango, chile y tomate que predomina en la esta región y, consecuentemente, las alteraciones ecológicas, que se manifiestan en el desarrollo de nuevas plagas resistentes a agroquímicos.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio con enfoque cualitativo, con una investigación de tipo exploratoria y descriptiva aleatoria, utilizando el muestreo no probabilístico con muestras de tres clases: muestra de casos-tipo, muestras por oportunidad y muestras por conveniencia. Como instrumentos de investigación se utilizó la observación directa, la entrevista a los informantes clave y bitácora de campo. Se realizó un transecto por el municipio de Tuxtla Chico, y lugares circunvecinos para identificar producción de malanga en traspatio; se identificaron áreas de producción de malanga en el Ejido Sur de Guillen, 1° sección de Guillen norte y 2° sección de Izapa, y en el Cantón Victoria, municipio de Metapa de Domínguez, Chiapas, México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el transecto, se identificaron plantas de malanga de manera en los afluentes del río Izapa; Debido al tipo de estudio exploratorio únicamente se encontraron cuatro productores de malanga con cultivos vigentes y con disposición a responder las preguntas. Para poder apreciar de mejor forma los resultados obtenidos en las encuestas, el Cuadro 1 presenta una comparación de cada uno de los datos obtenidos de los productores de malanga, posteriormente se presenta una ficha informativa de cada uno de los productores entrevistados.

Ficha informativa de cada productor

Ficha 1

El cultivo de malanga de la propietaria Sra. María Antonia Godínez Pérez se sitúa en la segunda sección de Izapa, municipio de Tuxtla Chico, a una altura de 160 metros sobre el nivel medio del mar dentro, dentro de una población total de 2289 habitantes, (INEGI, 2010). La Sra. Godínez se dedica a la producción de malanga desde hace 10 años, cuenta con una superficie de 1 hectárea cultivada con una producción estimada de 2 t, el periodo de producción varía de 5 a 6 meses. En el área sembrada donde cultiva malanga tiene una distancia de siembra de 20×20 cm entre planta y surco. Esta productora comercializa al mercado local e internacional; en el mercado local el producto debe tener un peso mínimo entre 3 o 4 kg, con un precio promedio de \$70.00 pesos MX la canasta de 12 a 15 kg; para el mercado internacional el valor del producto es de \$ 8.00 kg. El destino de la comercialización local es a los municipios de Tuxtla Chico y Cacaohatán. El 60% de su producción es destinada a la exportación y el 40% al mercado local. Para el caso del mercado internacional, la remuneración no es de pago inmediato, sino que se tiene que esperar que el intermediario realice el envío del producto al comercializador extranjero, ésta situación no brinda seguridad ni certeza de pago del producto.

Cuadro 1. Caracterización general de los productores de malanga (*Colocasia esculenta*) en los municipios de Tuxtla Chico y Metapa, Chiapas, México.

Productor (a)	Sra. María Antonia Godínez Pérez	Sr. José Castañón Cortés	Sr. Santana García Vázquez	Ing. Julio César Domínguez Gordillo
Ubicación	2ª Sección de Izapa	1ª Sección de Guillen Norte (camino al Barrio)	Ejido Sur de Guillen	Cantón Candelaria
Tiempo produciendo malanga	10 años	40 años	20 años	2 años
Otros cultivo	Rambután	Rambután y Cacao	Cacao, Maíz, Cacahuatate y Zapote	Rambután
Tiempo exportando	2 años	2 años	-	-
Asociatividad	Ninguna	Ninguna	Ninguna	
Superficie cultivada	1 Hectárea	1 Hectárea	8 cuerdas (25x25 m)	1 Hectárea
Época de siembra	Cualquier época del año	Octubre	-	-
Época de cosecha	Cada 5 meses	Mayo	Cada 5 meses	8 meses
Distancia de siembra	20x20 cm	40x80 cm	20x70 cm	40x80 cm
Producción	2 toneladas	8 a 12 Toneladas por hectárea	3 Toneladas	900 kilos 3 veces por semana
Pago	Después de la exportación	No inmediato (15-20 días)	-	-
Comercialización	Mercado Local: Tapachula, Tuxtla Chico y Cacahoatán Mercado Internacional: Estados Unidos	Mercado Local: Tapachula y Tuxtla Chico. Internacional: Estados Unidos y Canadá	Mercado Local: Tapachula y Tuxtla Chico	Mercado Local: Tapachula
Peso del producto de exportación	3 o 4 kg	1.5 kg	-	2 kg
Empaque	Rejas de 7 Kg	Rejas de 25 kg	-	-
Precio por kilo	Exportación: \$8.00 por kilo. Local: \$70.00 la canasta de 15 kg	Local: \$4.00 a \$5.00 por kilo	Exportación: 500 Kg a \$4.00 Local: \$170 el bulto (40 kg aprox.)	Mercado Local: Entre \$120 y \$140 la arpia
Plaga principal	Cangrejo de río	Cangrejo de río	Cangrejo de río	Gallina ciega
Uso de agroquímicos	Ninguno	Triple 17	Ninguno	Urea y Triple 17

Fuente: Elaboración propia con datos de campo propios de la investigación. Obtenidos con la colaboración de Juan Daniel Ventura Pérez, estudiante de la Licenciatura en Agronegocios de la Unach

Ficha 2

El cultivo de malanga del productor José Castañón Cortés está situado en la localidad de IZAPA 1ª Sección de Guillén Norte (camino al barrio) en el municipio de Tuxtla Chico, a 260 metros sobre el nivel medio del mar; esta localidad tiene una población de 1284 habitantes (INEGI, 2010). Este cultivo data de hace 40 años, originalmente era de autoconsumo y venta al mercado local, sin embargo, hace dos años (2013) inició a comercializar a Estados Unidos y Canadá con un valor comercial de \$5,000.00 MX a \$8,000.00 MX la tonelada, dependiendo del intermediario. El Sr. Castañón indicó que los intermediarios tienen un centro de acopio y el precio del mercado local es de \$4.00 o \$5.00 pesos el kilogramo. Actualmente cuenta con una superficie de

1 ha cultivada, donde obtiene una producción de entre 8 y 12 t; de acuerdo con el productor, esta hectárea tiene la capacidad para producir más, pero no le ha dedicado el tiempo necesario al cultivo. La distancia de siembra utilizada por el productor es de 40x80cm entre planta y surco. El 80% de la producción de malanga es destinada a la exportación (el pago del producto no es inmediato, se tiene que esperar entre 15 a 20 días), el 20% es para mercado local.

Ficha 3

El Sr. Santana García Vázquez produce malanga en el Ejido sur de Guillen, localizado a 6.5 km de la cabecera municipal de Tuxtla Chico, a 14° 53' 17" N, 92° 09' 57" O a 200 m de altura, con una población total de

628 habitantes, donde la población económicamente activa está compuesta de 127 habitantes de los cuales 114 son hombres, 13 mujeres, y del total de la población económicamente activa, 67% se dedica al sector primario, cultivando básicamente cacao (*Theobroma cacao* L.), maíz (*Zea mays* L.) y malanga y el restante 33%, se dedican al sector terciario (INEGI, 2010). El Sr. García produce malanga desde hace 20 años, considera que las condiciones del suelo son favorables para la producción de este cultivo es por ello que tiene un rendimiento de 3 t en ocho cuerdas cultivadas (una cuerda equivale a 3939 m), con una distancia de siembra de 20x70 cm entre planta y surco. Debido a la limitada producción la destina totalmente al mercado local de los municipios de Tapachula y Tuxtla Chico. El valor comercial de un bulto de 40 kg es de \$170.00 pesos MX. En el año 2013 incursionó en la comercialización internacional a través de un intermediario, que recogió la producción en la propiedad del Sr. García; el valor comercial fue de \$4.00 MX por kilogramo, en total comercializó 500 kg, éste sistema dejó de ser atractivo para el productor debido al retraso de los pagos y la inseguridad de los mismos.

Ficha 4

La ubicación del cultivo de malanga de Julio César Domínguez Gordillo se encuentra en el Cantón Victoria de Metapa de Domínguez, Chiapas, ubicado en la llanura costera del pacífico a una altitud de 100 m, con una población de 4,794 habitantes (INEGI, 2010). El inicio de producción fue en 2013 y debido al desplome del precio ha descuidado el cultivo y no le ha dado la atención necesaria. Cuenta con una hectárea destinada para la producción de este cultivo el cual, con la atención adecuada, llega a producir hasta 50 t. La distancia de siembra del cultivo de malanga es de 40x80 cm entra planta y surco con riego por medio de cinta. Este productor únicamente realiza la comercialización en el mercado local (Tapachula), con un precio de venta de \$120.00 MX y \$140.00 MX por costal. El productor afirma que realiza exportación de malanga cuando también se realiza la comercialización de rambután, debido a que el intermediario es el mismo para los dos productos. El valor comercial de la producción de exportación es de \$5.00 MX kg y el peso mínimo del producto para exportación es de 2 kg.

CONCLUSIONES

La malanga es viable como cultivo complementa-

rio, debido a su rentabilidad y fácil reproducción que se adapta a climas tropicales, donde las condiciones propician una opción altamente potencial para el incipiente mercado de exportación de este producto. Sería particularmente importante intensificar su cultivo en la región, debería ser adoptado como un cultivo de traspatio, ya que cumple funciones de complemento alimenticio e ingresos importantes para complementar la economía familiar de los productores. Es importante señalar que en la región de estudio se observó que no existe el conocimiento técnico del cultivo. El costo de producción es relativamente bajo, de tal manera que se debe considerar este aspecto para incentivar la explotación en mayor escala de malanga.

Finalmente, se concluye que el objetivo de esta investigación se logró debido a que se pudo identificar diversos cultivares de malanga en el municipio de Tuxtla Chico, Chiapas (aunque solamente cuatro productores accedieron a brindar información) como cultivo de traspatio y la factibilidad para obtener beneficios económicos altamente rentables a través de este cultivo.

LITERATURA CITADA

- Álvarez Ávila, M. (2013). Malanga y espinaca de agua podrían mejorar la dieta nutricional. Agroentorno .
- Bruso, J., & García Menendez, M. (2014). eHow en Español. Recuperado el 1 de Diciembre de 2015, de eHow en Español: www.ehowenespanol.com/nutricional-raiz-malanga-sobre_37548/
- Durán Peña, V. (2015). Scribd. (I. T. Misantla., Productor) Recuperado el 12 de Noviembre de 2015, de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/62203487/plan-de-negocios-malanga-1>
- EcuRed. Conocimiento con todos y para todos. (27 de 10 de 2015). EcuRed. Obtenido de EcuRed: <http://www.ecured.cu/index.php/Malanga>
- Hernández, M., Chávez, A., & Bourges, H. (1974). Valor nutritivo de los alimentos mexicanos. (I. N. Nutrición., Ed.) México, México.
- linika.wikispaces.com. (2016). Recuperado el 10 de abril de 2016, de linika.wikispaces.com: www.linika.wikispaces.com/?Qué+es+un+transecto%3F
- Mundo alimentos. (9 de Febrero de 2011). Mundo alimentos 2010. Recuperado el 2 de Diciembre de 2015, de Mundo alimentos 2010: www.mundoalimentos2010.blogspot.mx/2011/02/la-malanga.html
- Malanga & Pitahaya. (2009). Malanga & Pitahaya. Recuperado el 1 de Diciembre de 2015, de Beneficios de la malanga: <http://malanga-pitahaya.150m.com/malanga.htm>
- Perea, E. (10 de 08 de 2009). Imagen Agropecuaria. Recuperado el 26 de febrero de 2014, de [www.imagenagropecuaria.com](http://imagenagropecuaria.com): http://imagenagropecuaria.com/2009/oportunidad_para_la_malanga_en_mercado_internacional/#sthash.bqg5ZAWL.dpuf
- Rodríguez Miranda, J., Rivadeneyra Rodríguez, J., Ramírez Rivera, E. d., Juárez Barrientos, J. M., Herrera Torres, E., Navarro Cortez, R. O., y otros. (2011). Caracterización fisicoquímica, funcional y contenido fenólico de harina de malanga (*Colocasia esculenta*) cultivada en la región de Tuxtepec, Oaxaca, México. Ciencia y Mar , XV (43), 37-47.

- Torres, A. (22 de Octubre de 2013). old.nvinoticias.com. Recuperado el 20 de Noviembre de 2015, de old.nvinoticias.com: old.nvinoticias.com/general/agropecuarias/176541-malanga-de-la-cuenca-al-extranjero
- Ulloa Ramones, G. V. Propuesta de recuperación de la malanga: origen, historia, valor nutricional; con la creación de diez menús que enriquecerán la gastronomía del cantón Sucúa. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias de la Hospitalidad.
- Universidad Nacional Agraria. (10 de Octubre de 2015). Scribd. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/73729317/GUIA-TECNICA-malanga>
- Vega Andrade, P. A. (2012). Estudio de la malanga blanca y propuesta gastronómica. (U. I. Gastronomía., Ed.) Quito, Ecuador.
- www.diclib.com. (s.f.). Recuperado el 10 de abril de 2016, de www.diclib.com: www.diclib.com/inmortalidad/show/es/es-wiki_10/69548#.VwvgcUu8fZs
- www.es.wiktionary.org. (27 de octubre de 2015). Recuperado el 1 de diciembre de 2015, de www.es.wiktionary.org: <https://es.wiktionary.org/wiki/transecto>
- wikilengua. (11 de julio de 2011). Recuperado el 3 de marzo de 2015, de wikilengua: www.wikilengua.org/index.php/Terminesp:transecto
- Zapata Martínez, J., & Velásquez Escandón, C. (2013). Estudio de la producción y comercialización de la malanga: estrategias de incentivos para la producción en el país y consumo en la ciudad de Guayaquil. Guayaquil, Colombia: Universidad Politécnica Salesiana Ecuador.



CALIDAD DE SEMILLAS DE PRIMAVERA (*Roseodendron donnell-smithii* Miranda syn *Tabebuia donnell-smithii* Rose)

QUALITY OF PRIMAVERA SEEDS (*Roseodendron donnell-smithii* Miranda syn *Tabebuia donnell-smithii* Rose)

Agustín-Sandoval, W.G.¹; Espinosa-Zaragoza, S.^{2*}; Avendaño-Arrazate, C.H.³; Reyes-Reyes, A.L.³; Ramírez-González, S.I.⁴; López-Báez, O.⁴; Andrade-Rodríguez, M.⁵; Rangel-Zaragoza, J.L.⁶

¹Estudiante de Maestría. Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical. Universidad Autónoma de Chiapas. ²Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Cuerpo Académico de Agricultura Tropical Ecológica. Carretera Costera entronque Huehuetán Pueblo, Huehuetán, Chiapas, México. CP 30660. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias – INIFAP. Campo Experimental Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas, México. ⁴Universidad Autónoma de Chiapas. Centro Universidad Empresa. Cuerpo Académico de Agricultura Tropical Ecológica. ⁵Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad Núm. 1001. 62209, Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. ⁶Mesoamericano Global Development SA de C.V.

*Autor para correspondencia: saulez1@gmail.com

RESUMEN

La primavera (*Roseodendron donnell-smithii* syn *Tabebuia donnell-smithii*) es una de las especies más aprovechadas del trópico en Chiapas, México, y de las que se requiere investigación para asegurar su conservación y aprovechamiento. Las semillas forestales son la fuente principal de germoplasma y el material más utilizado en plantaciones comerciales, para ello se requiere semilla con características mínimas de calidad fisiológica, genética, física y sanitaria. El objetivo de este trabajo fue analizar algunas pruebas de calidad de semilla procedente de árboles candidatos a árboles padre mediante pruebas de viabilidad, germinación, peso y almacenamiento. Las variables se evaluaron a 15, 45, 75 y 105 días después de recolecta. Las condiciones de almacenamiento fueron a temperatura ambiente y refrigeración a 8 °C en envases resellables de plástico. La pureza física fue de 85.5%, el número de semillas kg⁻¹ fue de 248,200. El mayor porcentaje de viabilidad (61%) registrado en los primeros quince días, sin embargo, la germinación aumentó al paso del tiempo hasta llegar a su máximo a los 75 días después de su recolecta.

Palabras clave: Árboles padre, almacenamiento de semillas, germinación y viabilidad.

ABSTRACT

Primavera (*Roseodendron donnell-smithii* syn *Tabebuia donnell-smithii*) is one of the species most frequently exploited in the tropical zone of Chiapas, México, and research about it is required to ensure its conservation and use. Forest seeds are the main source of germplasm and the material most frequently used in commercial plantations, for which seeds with minimum characteristics of physiological, genetic, physical and sanitary quality are required. The objective

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 3, marzo, 2017, pp. 81-86.

Recibido: Febrero, 2016. **Aceptado:** Enero, 2017.



of this study was to analyze some quality tests of seeds from trees that are candidates to be parent trees through viability, germination, weight and storage tests. The variables were evaluated at 15, 45, 75 and 105 days after collection. The conditions of storage were at room temperature and refrigeration at 8 °C in resealable plastic containers. The physical purity was 85.5%, the number of seeds kg^{-1} was 248,200. The greatest percentage of viability (61 %) was found during the first fifteen days, although germination increased as time went by until reaching the maximum at 75 days after their collection.

Keywords: parent trees, seed storage, germination and viability.

de febrero y marzo de 2011, en predios donde su manejo se combina con la producción de café (*Coffea arabica* L.) en la Finca Chapultepec (carretera Nueva Alemania km. 16.5, Tapachula, Chiapas, Mexico), con altitud de 500 m, 15° 2' 58.38" N y 92° 14' 34.17" O; y la Finca Alianza de Cacahoatán, Chiapas, con una altitud de 705 m, 15° 03' 07.9" N y 92° 10' 50.4" O. Las semillas fueron secadas hasta alcanzar contenido de humedad de equilibrio con el ambiente y su contenido definitivo fue determinado como se indica más adelante. Se procedió a la determinación de la calidad de las semillas en Laboratorio en donde la temperatura ambiente del área de trabajo fue de 23 ± 2 °C. Para la determinación de las variables de calidad de la semilla se estableció el experimento en diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de $10 \times 2 \times 4$ donde los factores fueron: 10 genotipos, dos condiciones de almacenamiento (a temperatura ambiente y refrigeración a 8 °C) y 4 fechas de evaluación (15, 45, 75 y 105 días). La unidad experimental fue una muestra de 100 semillas para cada prueba en tres repeticiones. Los datos se procesaron en el programa estadístico SAS versión 9.1 para Windows, se les aplicó un análisis de varianza y una prueba de comparación múltiple por Tukey ($\alpha=0.05$).

Variables evaluadas: en las semillas se hicieron las pruebas básicas de calidad (iniciales) que establecen las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 2010): Peso de 100 semillas, Pureza y Contenido de Humedad-C.H. Se empleó la Prueba Topográfica por Tetrazolio (TZ) para medir viabilidad y para germinación la Prueba del Papel. Éstas se evaluaron a los 15, 45, 75

INTRODUCCIÓN

Los recursos forestales en el trópico se han empleado de manera recurrente lo que ha ocasionado deforestación y fragmentación de la vegetación natural. Algunos de esos espacios han sido tomados por el cambio de uso de suelo empleándose para actividades agropecuarias y en ocasiones abordados por el crecimiento de la mancha urbana. Varias especies forestales se emplean en la elaboración de muebles; en Chiapas, México, la especie consumida para ese fin es primavera (*Roseodendron donell-smithii* Miranda syn *Tabebuia donell-smithii* Rose) con valor comercial pero que aún se aprovecha principalmente de masas forestales naturales y de los aprovechamientos de los sistemas agroforestales. Gómez *et al.* (2006), comentan el efecto negativo que en México han causado diferentes factores como el cambio de uso del suelo, deforestación, tala clandestina, incendios, introducción de especies y otros provocados por el hombre que causan severos daños en la degradación genética, tales como el aprovechamiento selectivo por especies, eliminación total de ecotipos o categorías la selección disgénica.

Las semillas de las especies forestales son consideradas actualmente como la fuente más importante de germoplasma y el material que más se utiliza para la producción masiva de plantas forestales (Meza, 2009). Así, resulta conveniente centrar trabajo en la regeneración de poblaciones y en obtener material vegetal sobresaliente para el establecimiento futuro de plantaciones forestales comerciales, para ello se requiere conocer el comportamiento de la semilla para su beneficiado, almacenamiento y posterior uso para la producción de planta. La falta de control del origen de la semilla ha limitado el éxito de programas de reforestación y establecimiento de plantaciones forestales. Las tendencias actuales pretenden entre otras situaciones favorecer la disponibilidad de germoplasma de calidad. La selección de los individuos y la adecuada medición de la calidad son factores trascendentes y en general poco elaborados en especies tropicales. Este trabajo evalúa variables de calidad de semillas de primavera para conocer sus niveles y establecer criterios específicos para su aplicación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron semillas de árboles con características fenotípicas deseables (altura promedio de 25 a 30 m; diámetro de 50 a 70 cm; poda natural, libres de organismos plaga, fuste recto y sin bifurcaciones) durante los meses

y 105 días después de su recolecta. Las condiciones de almacenamiento fueron a temperatura ambiente y refrigeración a 8 °C en envases resellables de plástico ziploc®.

Peso de 100 semillas: se pesó con una balanza digital con precisión de 0.1 g, 100 semillas con tres repeticiones por cada tratamiento, reportada en g, aplicando la fórmula (ISTA, 2010):

$$\text{Número de semillas por kg} = \frac{\text{Número de semillas de la muestra}}{\text{Peso de la muestra}} * 1000$$

Pureza: se obtuvo la composición en peso de la muestra (100 semillas), y por consiguiente la composición del lote original, la identidad de las distintas especies de semillas y de materia inerte presentes en la muestra (ISTA, 2010). Se separó una muestra de 100 semillas con tres repeticiones de cada tratamiento y fue pesada en una balanza analítica, posteriormente se colocó en la mesa de trabajo y con ayuda de una pinza de disección se fue separando los diversos componentes como materia inerte y semillas puras. A continuación se pesaron las semillas puras. Se cuantificó el porcentaje de pureza con apoyo de la Fórmula:

$$\% \text{ de pureza} = \left(\frac{\text{Peso de semillas Puras}}{\text{Peso de la muestra}} \right) * 100$$

Contenido de Humedad-CH: se evaluó en porcentaje (%), utilizando 100 semillas puras con tres repeticiones de cada tratamiento, se obtuvo el peso en la balanza analítica, se colocaron en sobres de papel estraza para después introducirlos en la estufa a 95 °C (± 3 °C) por 48 (± 1) hora, y obtuvo el peso de la materia seca, hasta estabilizar el peso y para cuantificar el porcentaje del contenido de humedad se aplicó la fórmula (ISTA, 2010):

$$\% \text{ de contenido de humedad} = \left[\frac{\text{Peso con humedad} - \text{Peso sin humedad}}{\text{peso con humedad}} \right] * 100$$

Germinación: se midió en porcentaje (%), a través del método de germinación en papel. Se seleccionaron 100 semillas de cada tratamiento con tres repeticiones. Se realizó el primer conteo a los cinco días de haber montado la muestra en las bandejas para obtener el número de semillas germinadas, y a partir de este indicador se prosiguió contando durante un periodo de 20 días, y obtuvo el porcentaje de germinación con la fórmula (Mardoqueo, 2005 e ISTA, 2010):

$$\% \text{ de germinación} = \left(\frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número total de semillas}} \right) * 100$$

Viabilidad: la unidad de medida en que se reportó esta variable como porcentaje (%), y se hizo a través de la prueba topográfica por Tetrazolio (TZ) (Hartmann & Kester, 1998; Orantes *et al.*, 2007 y Padilla, 2010). El TZ se preparó al 1%. De cada tratamiento se tomaron 100 semillas puras con tres repeticiones y se evaluaron en diferentes fechas de almacenamientos (15, 45, 75 y 105 días) en condiciones de temperatura ambiente y refrigeración (8 °C).

Se imbibieron las semillas sumergiéndolas en agua por 24 h. Luego se les eliminó la testa dejando solo el embrión, se les agregaron 10 gotas de Tetrazolio diluido (1% p/v), a las 100 semillas. Posteriormente se cubrió con papel aluminio, para su incubación, se eliminó el exceso de Tetrazolio y se observó si las semillas se tiñeron de color rosa a rojo, lo cual indicó que los tejidos están vivos (Figura 1), mientras que en las células muertas no se dio ninguna reacción. Se calculó con la fórmula:

$$\% \text{ de viabilidad} = \left(\frac{\text{Número de semillas coloreadas}}{\text{Número total de semilla}} \right)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso de 100 Semillas. Se registraron diferencias altamente significativas para esta variable entre los diez materiales evaluados. La Figura 2, se muestra el peso de las semillas y los grupos formados por la prueba de comparación de medias por el método de Tukey ($p < 0.05$). Los valores más altos fueron de los árboles 4 y 2 (0.721 g y 0.656 g respectivamente). Con el promedio del peso de 100 semillas obtenido de los 10 árboles se estimó que por kg hay 248,139 semillas, cantidad muy superior a lo reportado por Figueroa (2006), quien menciona un número promedio de 170,000 semillas por kg en esta especie.

Pureza. Esta variable mostró diferencias estadísticas significativas en los árboles 6 y 7, que registraron valores menores a 70%, las características típicas de las semillas aladas con un tegumento externo y membranooso (como es el caso de *T. donnell-smithii*), hacen que las únicas impurezas encontradas sean restos de alas y semillas vanas. Alzugaray *et al.* (2006), hallaron que la especie



Figura 1. Semillas viables e tono rojo, intenso a rosada (teñidas con Tetrazolio). Semillas inviables sin coloración (abajo a)*100.

forestal quebracho blanco (*Aspidosperma* sp.) (Apocynaceae), presenta un porcentaje de pureza del 99.9%.

Contenido de Humedad. Gold, León-Lobos y Way (2009), indican que la longevidad de las semillas depende de las condiciones ambientales y manejo postcosecha, es esencial mantener o reducir la humedad de las semillas a un nivel que minimice el envejecimiento. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas, el rango de humedad fue de 6.5% a 7.6%. Los datos coinciden con los valores hallados por el Programa Nacional de Reforestación-Secretaría del Medio Ambiente y Pesca (PRONARE-SEMARNAP, 2000), para el caso de semillas de *Tabebuia rosea* y *Tabebuia chrysantha*, con 6-8% y 7-8% de humedad respectivamente.

Germinación. El análisis de varianza evidenció diferencias altamente significativas entre tratamientos (árboles) y fechas de almacenamiento y se observa que no hay efecto entre almacenar las semillas en refrigeración o temperatura ambien-

te a la sombra, contrastando con resultados obtenido por Shibata *et al.* (2012) para *Handroanthus alba*, estos autores encontraron que el almacenamiento a bajas temperaturas incrementa la germinación. El Cuadro 1, presenta el análisis de varianza para la variable de germinación, donde se observa que el modelo fue altamente significativo. Para los efectos simples se encontraron diferencias altamente significativas en los factores árbol y fechas. Existe interacción con significancia ($P < 0.05$) entre los factores árbol y condición de almacenamiento, y la interacción de los factores árbol y fecha de almacenamiento es altamente significativa ($P < 0.0001$). La interacción triple de los factores no presentó diferencias significativas. Los Árboles 3 y 9 presentaron mayor porcentaje de semillas germinadas que todos los demás tratamientos a través del tiempo, siendo los que reunieron características apropiadas para almacenamiento de su semilla. En las pruebas de germinación se identificó que las pruebas con incidencia indirecta de luz germinaron mejor que algunas pruebas establecidas a la sombra o ausencia de luz. Resultado de la evaluación registraron 40% de germinación. Francis (1989) reportó 19% de germinación de esta especie en Costa Rica, mientras que Vozzo (2010) reportó germinación de 47%.

Viabilidad. Se obtuvieron diferencias estadísticas significativas entre fechas de almacenamiento. El factor temperatura (temperatura ambiente y refrigeración) no presentó diferencias significativas, fue la interacción entre árbol (genotipo) y temperatura, árbol y fecha los que mostraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 1). Cabe señalar que la viabilidad responde generalmente al genotipo, Mápula *et al.* (2008) en *Pseudtsuga*

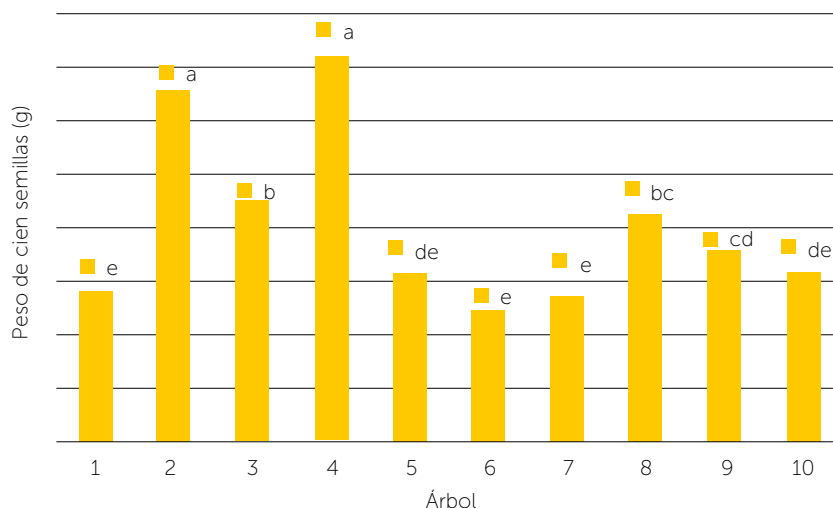


Figura 2. Peso de 100 semillas de árboles seleccionados de *R. donnell-smithii* Miranda. Tukey ($\alpha=0.05$).

Cuadro 1. Análisis de varianza para las variables germinación (GERM), viabilidad (VIAB), Purez (PUR), Contenido de Humedad (CH) en el estudio de almacenamiento de semillas de primavera (*Roseodendron donnell-smithii* Miranda syn *Tabebuia donnell-smithii* Rose.)

FV	PUR	CH	GERM	VIAB
Árbol	86.52NS	7.86NS	0.74**	1.51NS
Condición	93.67NS	6.55NS	1.46NS	0.18NS
Fechas	93.11NS	6.59NS	4.44**	2.67*
Árbol*Condición	93.72NS	6.33NS	2.06*	2.12*
Árbol*Fechas	88.48NS	7.61NS	5.35**	2.84**
Condición*Fechas	66.73*	7.62NS	2.20NS	2.84*
Árbol*Condición*Fechas	71.39*	9.11NS	1.20NS	1.44NS

Condición=Condición de almacenamiento; NS=No significativo; *=Significativo; **=Altamente significativo.

menziesii encontró grandes diferencias entre distintos materiales con variación desde 2-87 % de viabilidad y los valores bajos pudieron deberse a que la semilla generalmente es inmadura y presenta menor capacidad y velocidad germinativa.

La viabilidad se reduce conforme pasa el tiempo, la primera fecha de evaluación (15 días después de la colecta) tiene mayor porcentaje de viabilidad y es diferente estadísticamente al resto de las fechas evaluadas. En la prueba con tetrazolio la viabilidad fue de 61%. Por otro lado las semillas evaluadas a 75 y 105 días de almacenamiento fueron clasificadas con menor viabilidad debido a que la tinción no fue uniforme, resultado del envejecimiento natural, esta condición es común tanto en semillas envejecidas naturalmente como por malas condiciones de almacenamiento (Steiner, Kruse y Fuchs, 1999). Por lo que algunos autores vinculan la fina conformación de semillas aladas de especies como *Aspidosperma* sp., *Jacaranda* sp., y *Tabebuia* sp. con escaso poder de subsistencia (Ottone, 1997). En este estudio se encontró un porcentaje de viabilidad de 61%. Francis (1989) menciona que en los ensayos efectuados en primavera (*R. donnell-smithii*) registró viabilidad de un año para las semillas envasadas herméticamente a temperatura ambiente con contenido de humedad de 5-6%.

CONCLUSIONES

La metodología empleada en otras especies y recomendadas por la International Seed Testing Association-ISTA (2010), tiene resultados en esta especie y pueden ser un referente inmediato de calidad de semillas. Los resultados permiten proponer dichas metodologías para que sean parte de los criterios para la selección de árboles padre. En la población evaluada la condición de almacenamiento en frío o en temperatura ambiente no tuvo efecto en la viabilidad y germinación estas variables responden al almacenamiento en bajas temperaturas en función de los genotipos. El tiempo de almacenamiento de semillas de *R. donnell-smithii* influye estadísticamente en la viabilidad y germinación. Algunas situaciones como el incremento de la germinación en el tiempo y la necesidad de luz para la germinación presupone un condicionamiento a factores ambientales favorables que deberán analizarse considerando aspectos ecofisiológicos. Con base en las

variables dasométricas y la calidad de las semillas que producen, los árboles 3 y 9 dan elementos para recomendarlos como árboles semilleros.

AGRADECIMIENTOS

Al Sistema Institucional de Investigación de la Universidad Autónoma de Chiapas SIINV-UNACH por el financimient de esta investigación a través del proyecto "Relación entre la calidad de sitio y calidad de semilla en el género *Tabebuia*".

LITERATURA CITADA

- Alzugaray C., Carnevale N.J.; Salinas A.R., Pioli R. 2006. Calidad de Semillas de *Aspidosperma quebracho* blanco S. Revista de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
- Figuroa, B.F.E. 2006. Establecimiento del Centro de Propagación Forestal en la Región del Soconusco Chiapas. Manual. Facultad de Ciencias Agrícolas. UNACH.
- Francis J.K. 1989. *Tabebuia donnell-smithii* Rose. SO-ITF-SM-25. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.
- Gold K., León-Lobos P., Way M. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA N° 110, 62 p.
- Gómez T.J., Jasso M.J., Vargas H.J., Soto H.M. 2006. Deterioro de Semillas de dos Procedencias de *Swietenia Macrophylla* King., Bajo Distintos Métodos de Almacenamiento. Ra Ximhai. Vol. 2, número 001. Universidad Indígena de México. El Fuerte, México.
- Hartmann H., Kester D. 1998. Propagación de plantas. Sexta reimpresión. Compañía Editorial Continental, S.A de C.V. México.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2003. Working Sheets on Tetrazolium Testing. Edition 2003. The International Seed Testing Association, Bassersdorf, Suiza.

- International Seed Testing Association (ISTA). 2010. Reglas del ISTA. Septiembre de 2010. Publicado en línea en: http://www.analisisdesemillas.com.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid=31
- Mápula L.M., López U.J., Vargas H.J.J., Hernández L.A. 2008. Germinación y vigor de semillas en *Pseudotsuga menziesii* de México. *Ra Ximhai*, 4(1): 119-134
- Mardoqueo G.J. 2005. Guía Técnica: cultivo de jiquilite (*Indigofera* sp.) en el Salvador. Volumen 1.
- Meza R. 2009. Guía para la Colecta y Beneficio de Semilla de Mezquite. Centro de Investigación Regional Noroeste Campo Experimental Todos Santos. (INIFAP-CONACYT-CONAFOR).
- Orantes C., Miceli M., Garrido E., Velázquez A., Moreno R. 2007. Cultivo y propagación de caoba y chicozapote. Fundación PRODUCE Chiapas, ac. UNICACH.
- Ottone, J. R. 1997. Relaciones entre la floración, fructificación y formación de semillas de las especies forestales nativas y su vinculación con aspectos ecológicos. Facultad de Agronomía de Morón. Buenos Aires. 11 pp.
- Padilla J.D. 2010. Prueba de Viabilidad con Tetrazolio. Consultado en línea: <http://snics.sagarpa.gob.mx/certificacion/Paginas/Manual-de-Procedimientos.aspx>. Febrero de 2011.
- PRONARE-SEMARNAP. 2000. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal. Programa Nacional de Reforestación-Secretaría del Medio Ambiente y Pesca. 2000. N° 4. Pág 3948.
- Shibata M., Medeiros C.C.M., De Oliveira L.M., García C. 2012. Accelerated aging of ipê seeds under controlled conditions of storage. *Revista Brasileira de Sementes*, 34 (2): 247 – 254.
- Steiner A, M Kruse, H Fuchs. 1999. A re-assessment of the comparison of tetrazolium viability testing and germination testing. *Seed Science and Technology* 27: 59-65.
- Vozzo J.A. 2010. Tropical tree seed manual. Washington DC, USDA Forest Service.



CONTRIBUCIÓN DE LA OVINOCULTURA AL SECTOR PECUARIO EN MÉXICO

CONTRIBUTION OF SHEEP BREEDING TO THE LIVESTOCK SECTOR IN MEXICO

Hernández-Marín, J.A.^{1*}; Valencia-Posadas¹, M.; Ruíz-Nieto, J.E.²; Mireles-Arriaga, A.I.²; Cortez-Romero, C.³; Gallegos-Sánchez, J.⁴.

¹Departamento de Veterinaria y Zootecnia. Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. ExHacienda el Copal km 9, carretera Irapuato-Silao, Irapuato, Guanajuato, México. 36824.

²Departamento de Agronomía. Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Ex Hacienda el Copal km 9, carretera Irapuato-Silao, Irapuato, Guanajuato, México. 36824. ³Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México, 78600. ⁴Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco, Montecillo km 36.5, Texcoco, estado de México, México. 56230.

*Autor responsable: jahmarin@ugto.mx

RESUMEN

La producción ovina en México se realiza bajo sistemas de pastoreo tradicionales, con escasa tecnología y baja productividad. En ella se caracterizan y distinguen por regiones, la norte, que basa su producción en ovinos de lana y en razas para carne con sistemas tecnificados; la región centro, que produce con ganado cruzado (Suffolk o Hampshire y razas de pelo), y se efectúa de manera importante en zonas marginadas, en agostaderos y en terrenos agrícolas con residuos agrícolas. La región sur y sureste, se describen con características tropicales donde destacan razas de pelo (Pelibuey y Black Belly), aunque actualmente se han incorporado razas especializadas para producción de carne (Dorper y Katahdin). Se presenta una revisión sobre los indicadores y variables productivas con ovinos en el sector pecuario en México.

Palabras clave: *Ovis aries*, ganadería, rebaños, producción de carne, barbacoa.

ABSTRACT

Sheep production in Mexico is performed under systems of traditional grazing, with scarce technology and low productivity. In it, they are characterized and distinguished by regions; the northern, which bases its production on wool sheep and meat breeds with technified systems; the central region, which produces crossed livestock (Suffolk or Hampshire and hair breeds), and is carried out importantly in marginalized zones, pasture lands, and agricultural terrains with agricultural residues. The southern and southeastern regions are described with tropical characteristics where hair breeds stand out (Pelibuey and Black Belly), although currently specialized breeds have been incorporated for meat production (Dorper and Katahdin). A revision is presented about the indicators and productive variables with sheep in the livestock sector in Mexico.

Keywords: *Ovis aries*, livestock, flocks, meat production, barbacoa.

INTRODUCCIÓN

La contribución de la ganadería en la seguridad alimentaria se ha discutido en muchas reuniones, como La Reunión de L' Aquila del G8 y la reunión del G20 en 2011, donde se mencionó que su función ha estado prácticamente ausente, debido a que se relaciona con la popular concepción de la competencia por los granos entre el hombre y el animal. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016), el ganado aporta aproximadamente 40% de la producción agrícola mundial y sostiene los medios de vida y la seguridad alimentaria de casi 1300 millones de personas, por consiguiente, la ganadería ha sido uno de los sectores más dinámicos de la economía agrícola durante los últimos 20 años, por la generación de alimentos de origen animal y por los ingresos.

En 2014, se reportó que el consumo mundial de carne per cápita fue 42.9 kg año⁻¹, en países desarrollados 76.1 kg año⁻¹ y en países en desarrollo 33.7 kg año⁻¹ (FAO, 2014). En 2008, se registró el consumo nacional aparente per cápita de algunos productos de origen animal en México, para carne de bovino (18.817 kg), porcino (14.287 kg), ovino (0.781 kg), pollo (30.119 kg), leche (125.252 kg) y huevo (21.959 kg; CANACINTRA, 2012). México como país en desarrollo, presenta un déficit en los productos de origen animal, causado por el incremento en la tasa de población, el aumento en la demanda de proteína de origen animal, la disminución del poder adquisitivo de la sociedad y los efectos del cambio climático. Al igual que muchos otros sectores de la economía, el sector pecuario mexicano apuesta por la innovación como método de crecimiento y como estrategia para atraer a nuevos consumidores. Así, la generación de productos de origen animal resulta de gran importancia en el contexto socioeconómico del país y en todo el sector primario, lo cual ha servido de base en el desarrollo de la industria nacional. No obstante, de que el sector agropecuario en México se vea afectado por la globalización, en donde prácticamente todas las actividades económicas propias del sector presentan un panorama desolador, existen algunas ventanas de oportunidad para que los productores

agropecuarios obtengan un ingreso decoroso (Carrera-Chávez y Carrera-Chávez, 2011). En este sentido, se considera que la ovinocultura es una actividad económica agropecuaria que presenta una de las mejores tasas de rentabilidad y buenas perspectivas de crecimiento (Cuéllar-Ordáz et al., 2012). Incluso la actividad está reconocida por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), junto con la apicultura, como una actividad familiar ampliamente apoyada, por ser tradicional y por considerarse que dada la cercanía de los grandes mercados de consumo y la dinámica de la demanda, ofrece oportunidades para incrementar los ingresos de las familias pobres (Martínez-González et al., 2011). Además de la dinámica y los cambios de los Sistemas de Producción Ovina, la investigación en México se ha caracterizado por generar tecnologías sin considerar la tipología de los productores, o mejorar e impulsar las tecnologías para aquellos productores que cuentan con los recursos económicos para aplicarlas (Góngora et al., 2010). Con base en lo anterior, se presenta una revisión de la participación de la ovinocultura en el sector pecuario en México, caracterizada como una actividad productiva en la ganadería, desarrollada en su mayoría en el medio rural.

La ovinocultura en el mundo

La metodología consistió en revisar documentos de divulgación científica y tecnológica, consultar reportes estadísticos, censos nacionales e internacionales e investigar información publicada en internet. Por último, se reflexiona y promueve un pensamiento prospectivo para actuar como especialistas en Ciencia Animal y contribuir sostenida y equitativamente para generar una ovinocultura que se espera sea mejor. En 2014, se registraron alrededor de 1209 millones de ovinos, los cuales se distribuyeron en Asia (549 millones), África (340 millones), Europa (130 millones), Oceanía (102 millones) y América (87 millones; Figura 1). En ese año, China aportó la mayor cantidad de ovinos (202 millones) en el mundo y ocupó el primer lugar, equivalente a 16.7% de la distribución mundial de ganado ovino (Cuadro 1). Por su parte, México sólo contribuyó con 8,575,908 ovinos, lo cual representó 0.71% de la distribución mundial.

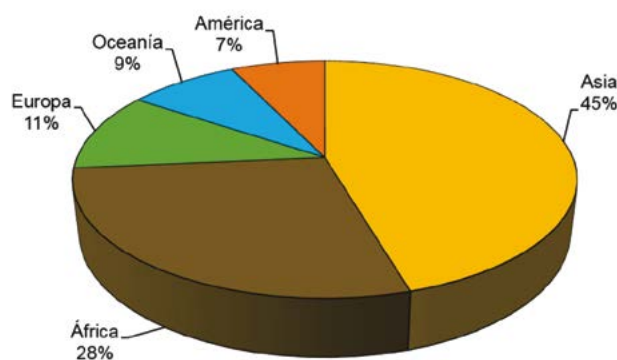


Figura 1. Distribución mundial de ganado ovino en 2014 (FAOSTAT, 2015).

Cuadro 1. Principales países con mayor número de ovinos y porcentaje de carne.

País	Aporte mundial (%)	País	Aporte mundial (%)
China	16.70	China	27.42
Australia	6.00	Australia	8.70
India	5.20	Nueva Zelanda	5.93
Irán	4.15	Sudán	4.28
Sudán	3.29	Turquía	3.89

Adaptado de FAOSTAT (2015).

En la crianza de ganado ovino, el producto más relevante es la carne destinada al consumo humano, la cual constituye una importante proporción de la dieta cárnica en diversas regiones del mundo, por el aporte de valiosos nutrientes para la salud, como proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes, esenciales para el crecimiento y el desarrollo. Sin embargo, la producción mundial de carne de ovinos ha mostrado algunos cambios en los últimos años. Durante 2000 a 2004, la producción (millones de toneladas) se mantuvo en 7.8, en 2007 aumentó a 8.5, para 2011, disminuyó a 8.2 y en 2013, se redujo a 7.5 (Figura 2). En la última década, China fue el principal productor de carne de ovino y en 2013, aportó aproximadamente 27.42% a la producción mundial (Cuadro 1).

La carne de ovino con canales ligeras contribuyen a la producción de leche de oveja en el sur de Rusia y Kazajstán, y Patagonia; sin embargo, la

producción se está reduciendo en todas ellas. Existen muchas causas: las sequías que afectan a algunas áreas marginales de Australia, África y Medio Oriente; la sobreexplotación de los pastos en las mismas zo-

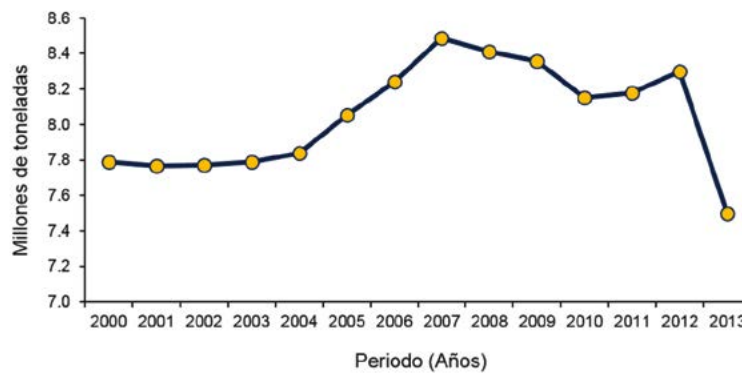


Figura 2. Producción mundial de carne de ganado ovino (Adaptado de FAOSTAT, 2015).

nas reduce el número de rebaños; además del aumento insostenible; el bajo precio de la lana; y, por último, la falta de rentabilidad (Garnier, 2010). En 2013, México produjo

57,980.35 t de carne de ovino, lo cual representó 0.76% de la producción mundial; y en 2014, aumentó a 58,288.24 t (SIAP, 2014). No obstante, México y China no destacan en el mercado mundial como exportadores de carne de ovino. Al respecto, los principales exportadores son Australia y Nueva Zelanda, que desde 2010, superaron las 250,000 t; sin embargo, Australia presentó una tendencia a incrementar su exportación de carne a partir de 2011 y para 2013, exportó casi 450,000 t (Figura 3).

El sector pecuario en México

El sector pecuario en México aportó 45% del valor de la producción (VP) agropecuaria (SAGARPA, 2012). El VP es un indicador calculado respecto al volumen de la producción y el precio de mercado liquidado por producto, el cual cuantifica la participación de las ramas de la producción, de la actividad económica en el proceso productivo primario. En la producción de carne, se dispone de dos valores: el ganado en pie destinado al procesamiento para la obtención de carne y la propia carne en canal (SAGARPA, 2010). El Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) reportó que en 2014, el VP pecuaria en México fue \$568 mil millones pesos MX (SIAP, 2014); y que la

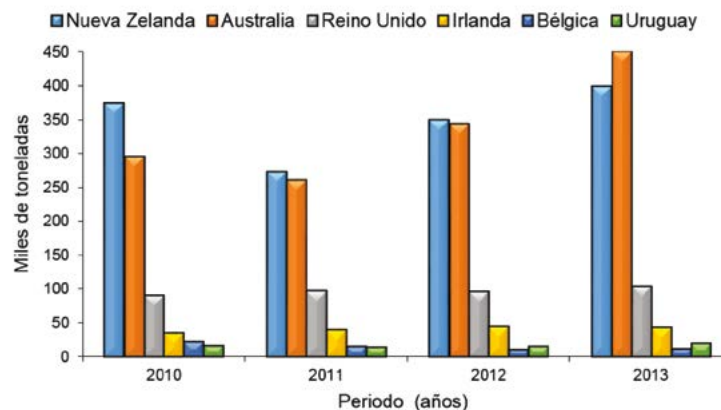


Figura 3. Principales países con mayor exportación de carne de ovino (Adaptado de FAOSTAT, 2015).

producción de carne en canal de ave, bovino y porcino aportaron juntas 40.32% al total de la producción nacional, comparado con el 0.57% de la de ovino, la cual superó a las de caprino y guajolote juntas (Cuadro 2).

Producción ovina en México

Durante 2000 a 2014, la población de ganado ovino en México aumentó de 6.04 a 8.5 millones, lo cual representó un crecimiento de 28.94% en el inventario nacional (Figura 4). El Estado de México es la entidad federativa que ha registrado la mayor cantidad de ovinos (alrededor de 1.4 millones), equivalente al 16.31% del total nacional (Cuadro 3).

En ese mismo año, se incrementó la producción de carne en canal (33,390 a 58,288.24 t), el ganado en pie (65,385 a 114,167.23 t) y la producción de lana (4176 a 4935.70 t). El Estado de México produjo la mayor cantidad de ganado en pie y carne en canal, mientras que Hidalgo fue el principal productor de lana (Figura 5).

Consumo de carne de ovino en México

Existen dos indicadores para estimar el consumo: el Consumo Nacional Aparente (CNA) y el

Cuadro 2. Valor de la producción pecuaria en México.		
Producto pecuario por especie	Aporte en 2014	
	\$	%
Ganado en pie		
Ave	77,289,899.59	13.59489
Bovino	88,462,666.31	15.56012
Caprino	1,966,510.89	0.345899
Guajolote	904,933.64	0.159173
Ovino	3,268,383	0.574892
Porcino	40,461,429.72	7.116955
Carne en canal		
Ave	89,222,296.41	15.69374
Bovino	90,963,134.37	15.99994
Caprino	2,031,664.59	0.357359
Guajolote	1,015,394.35	0.178603
Ovino	3,257,100.78	0.572907
Porcino	49,025,960.58	8.623412
Leche		
Bovino	65,000,180	11.43319
Caprino	781,667.63	0.137491
Huevo	52,448,541.67	9.225426
Miel	2,283,905.51	0.401727
Cera	115,893.60	0.020385
Lana	22,064	0.003881
Total	568,521,626.64	100.00

Adaptado de SIAP (2014).

consumo *per cápita* anual. El CNA se obtiene de la producción nacional, más las importaciones, menos las exportaciones. El consumo per cápita se refiere al consumo realizado por cada habitante al año. En los últimos años, el CNA de carne ovina en México ha disminuido drásticamente durante dos periodos, en 2002 a 2004 y en 2008 a 2011 (Fi-

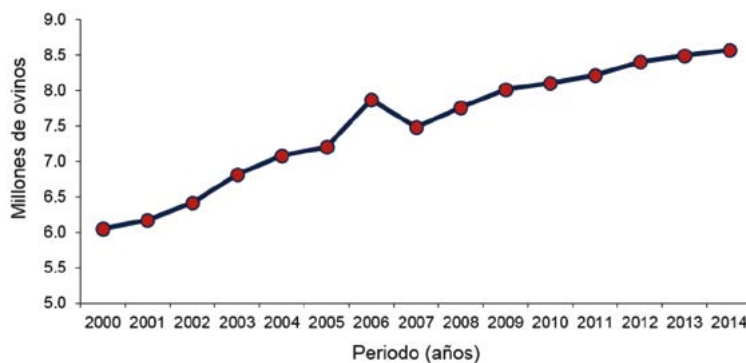


Figura 4. Inventario nacional ovino (Adaptado de SIAP, 2014).

gura 6), y la preferencia de su consumo es menor comparado con la de bovino, porcino y ave.

Es evidente que, a pesar del aumento en la producción nacional, aún existe un déficit de carne requerida para satisfacer las necesidades del consumo interno. Al respecto, la producción nacional aportó el 84%, mientras que el 16% restante, se importó de Nueva Zelanda (7,252,520 t), Estados Unidos (1,630,091 t), Australia (1,398,969 t), Chile (420,248 t) y Uruguay (40 t; CNOG, 2012). La exportación de carne es prácticamente

nula, sólo ha sido significativa la venta de vientres y sementales de razas puras para fines reproductivos hacia Ecuador (127 t), Panamá (55 t), Guatemala (14 t), y Belice (6 t), registrado en 2011 (CNOG, 2012). En México, el 95% del consumo de la carne de ovino es como alimento típico, en barbacoa, el cual está considerado como platillo de lujo.

Al respecto, el consumidor prefiere carne fresca e inocua, con bajo contenido adiposo, y en ocasiones especiales, opta por carne congelada en cortes con y sin hueso; sin embargo, el elevado precio de cualquier

presentación o platillo, no favorece el aumento en el consumo *per cápita* al año (Figura 7).

Comercialización

La finalidad en la producción de ovinos es la comercialización y el consumo. El 10% de la producción se destina para autoconsumo (reuniones familiares y festividades de carácter social (Hernández-Martínez *et al.*, 2013). La comercialización del ganado ovino en México, se realiza con la compra de animales por pieza o mejor conocido como "a bulto", lo cual es una desventaja para el productor porque

se subestima el peso y calidad del animal ofertado. En la última década, se ha logrado que el productor tenga un pago diferencial, según las características del ganado ofrecido para venta. Por ejemplo, el cordero menor de un año tiene un precio mayor al que tendrían el animal añero u oveja de desecho, así el ovinocultor atenderá la calidad de los animales que produce (Gómez-Marroquín, 2011). Desde 2010, Puebla, Guanajuato, Zacatecas, Jalisco y Chiapas, han presentado un crecimiento en sus inventarios ovinos, el cual quizás responde a una mejor integración de la producción primaria con los eslabones de transformación, procesamiento y comercialización de la cadena cárnica, o bien, a diversificación de los productos y sub-

5% restante por razas especializadas (Hernández, 2004). En México, es factible identificar pequeños productores que constituyen la ganadería social y, los que conforman la explotación empresarial (Cuellar-Ordaz, 2006). Considerando el nivel tecnológico alcanzado, los sistemas de producción ovina se pueden clasificar en extensivos, semi-intensivos e intensivos, técnicas asociadas a la gana-

dería, huertos frutales perennes y actividades silvopastoriles (Pérez-Hernández *et al.*, 2011).

Entidad federativa	Ovinos	%*
Estado de México	1,398,954	16.31
Hidalgo	1,185,294	13.82
Veracruz	664,532	7.75
Oaxaca	519,003	6.05
Puebla	500,819	5.84
Guanajuato	401,651	4.68
Zacatecas	400,327	4.67
San Luis Potosí	364,372	4.25
Jalisco	358,522	4.18
Chiapas	301,821	3.52

*Porcentaje estimado del total nacional en 2014. Adaptado de SIAP (2014).

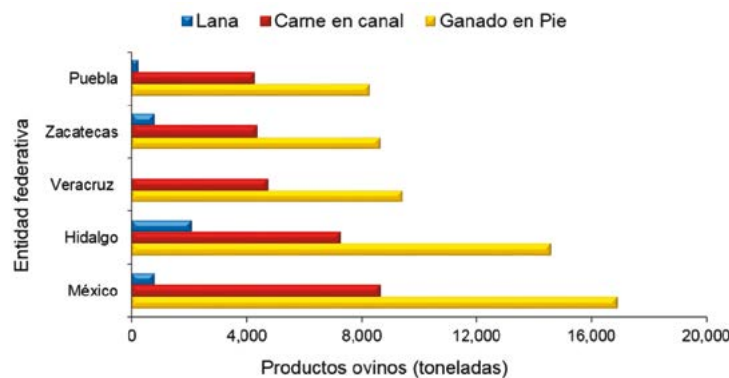


Figura 5. Producción ovina por entidad federativa en 2014 (Adaptado de SIAP, 2014).

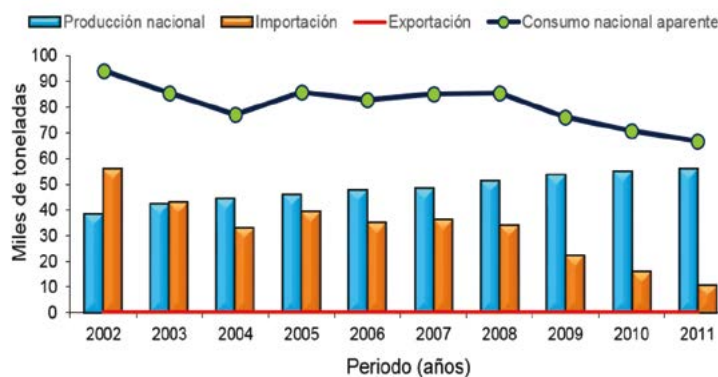


Figura 6. Estimadores del consumo de carne de ovino en México (Adaptado de CNOG, 2012).

CONCLUSIONES

La ganadería, y en particular la producción de carne, es la actividad productiva más diseminada en el medio rural, pues se realiza sin excepción en todas las regiones ecológicas del país, incluso en condiciones climáticas adversas, que

impiden la práctica de otras actividades productivas. La ovinocultura, como actividad tradicional, ha presentado cambios significativos en los años recientes, cada vez más campesinos intentan convertirse en ovinocultores, porque se ha dejado de ver como una simple actividad de traspaso, de ahorro forzado o de aprovechamiento marginal de los agostaderos, y se visualiza como un buen negocio potencial. La producción ovina tiene buenas posibilidades de desarrollo, ya que cuenta con buenos precios al productor, y al comerciante que le da un valor agregado (barbacoa, pancita, consomé), existe una demanda insatisfecha, hay crecimiento del mercado interno, se presagian posibilidades de diversificar la oferta de productos de valor agregado en lugares diferentes a los mercados locales para ofrecerlos en lugares turísticos o en restaurantes. Sin embargo, ante este panorama favorecedor, se debe contemplar las tendencias en los precios de los insumos agrícolas, los cambios climáticos, las políticas públicas, la integración en las cadenas productivas, la difusión de los productos y los nichos de mercado.

LITERATURA CITADA

- Arteaga-Castelán J.D. 2007. Diagnóstico actual de la situación de los ovinos en México. *In:* Gutiérrez Y.A. (ed). Memorias del 8º Congreso Mundial de la Lana y el Cordero. Julio, 23-24. Santiago de Querétaro, Querétaro.
- CANACINTRA. 2012. Cámara Nacional de la Industria de Transformación La alimentación de los mexicanos. Cambios sociales y económicos, y su impacto en los hábitos alimenticios. García-Urigüen P. (ed). Soluciones de Comunicación S. C. México, D. F.
- Carrera-Chávez B. y Carrera-Chávez J. M. 2011. Características de la producción ovina en el municipio de Pinos, Zacatecas: el municipio con mayor inventario ovino nacional. *In:* Capítulo 8: Producción ovina y caprina: Fuente de recursos para la familia rural. pp. 295-309. Marcof-Álvarez C.F. (ed). La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes. Vol. 2. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México, México.
- Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas CNOG. 2012. Estudios Económicos. Indicadores Económicos. Boletín Económico 21. [En línea]. Disponible en: http://www.cnog.org.mx/_documentos/7534_BoletinEconomico021.pdf (consultado el 24 de junio de 2013).
- Cuéllar-Ordaz J. A. 2006. La producción ovina en México. pp. 11-15. *In:* Primera Semana Nacional de Ovinocultura. Foro "Importancia de esquemas de cruzamientos en la producción de carne ovina. 4 de agosto de 2006. Tulancingo, Hidalgo, México.
- Cuéllar-Ordaz J. A., Tórtora-Pérez J., Trejo-González A., y Román-Reyes P. 2012. La producción ovina mexicana. Particularidades y complejidades. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- FAO Food Alimentation Organization of the United Nations, FAO. 2014. Consumo de carne. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Producción y Sanidad Animal. Noviembre

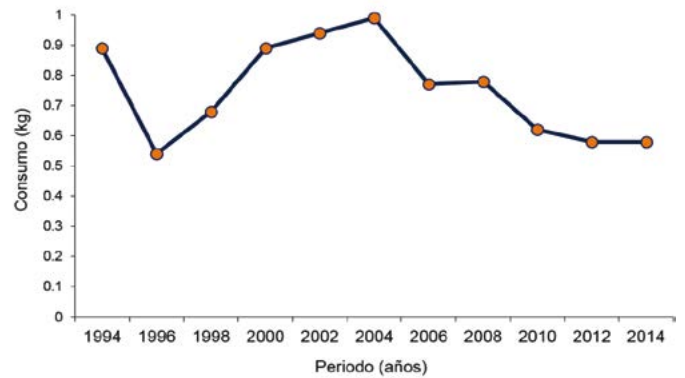


Figura 7. Consumo per cápita de carne de ovino en México (Adaptado de SIAP, 2014).

25, 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html> (consultado el 24 de junio de 2016).

- FAO/STAT, Statistics for Food Alimentation Organization of the United Nations. 2015. Estadísticas de la Ganadería Mundial. [En línea]. Disponible en: http://faostat3.fao.org/download/Q/*E (consultado el 24 de junio de 2016).
- Garnier, J.P. 2010. Análisis del mercado mundial de la carne de ovino. *Eurocarne* 184: 115-122.
- Gómez M.J. 2009. Alternativas de mercado para la carne ovina en México. *In:* Peláez H. (ed.) Memorias del Seminario Internacional de Ovinocultura. Cholula, Puebla. México.
- Gómez-Marroquín J. 2011. Comercialización de la carne ovina en México. Presentación en PowerPoint. Abril 13, 2011. *In:* Taller de Convergencia de los Comités Estatales del Sistema Producto Ovino. Mexico, D.F. [En línea]. Disponible en: http://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/2011/07/jgm_comerdelacarneovina.pdf (consultado el 27 de junio de 2016).
- Góngora-Pérez R.D., Góngora-González S.F., Magaña-Magaña M.A. Lara y Lara P.E. 2010. Caracterización técnica y socioeconómica de la producción ovina en el estado de Yucatán, México. *Agronomía Mesoamericana* 21: 131-144.
- Hernández S.D. 2004. Producción de ovinos en zonas tropicales sistema actual y perspectivas para el sureste mexicano. *In:* Hernández-Sánchez D. (comp.). Producción de ovinos en zonas tropicales. 2ª ed. Colegio de Postgraduados, Fundación Produce Tabasco, A.C. ISPROTAB. Villahermosa, Tabasco, México.
- Hernández-Martínez J., Ortiz-Rivera M. I., Rebollar-Rebollar S., Guzmán-Soria E., y González-Razo F.J. 2013. Comercialización de ovinos de pelo en los municipios de Tejuipilco y Amatepec del estado de México. *Agronomía Mesoamericana* 24: 195-201.
- Martínez-González E.G., Muñoz-Rodríguez M., García-Muñiz J.G., Santoyo-Cortés V. H., Altamirano-Cárdenas J.R., Romero-Márquez C. 2011. El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidios en activos: Lecciones aprendidas. *Agronomía Mesoamericana* 22(2): 367-377.
- Pérez-Hernández P., Vilaboa-Arroniz J., Chalate-Molina H., Candelaria-Martínez B., Díaz-Rivera P., López-Ortiz S. 2011. Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el estado de Veracruz, México. *Revista Científica FCV-LUZ* 4(21): 327-334.

- Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación SAGARPA. 2010. La producción de carnes en México 2010. Claridades Agropecuarias. 207: pp. 19-33. [En línea]. Disponible en: <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/207/ca207-19.pdf> (consultado el 24 de junio 2016).
- Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación SAGARPA. 2012. Programa Nacional Pecuario 2007-2012. 42 p. [En línea]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Programa%20Nacional%20Pecuario/Attachments/1/PNP260907.pdf> (consultado el 26 de junio 2016).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. 2014. Producción agropecuaria y pesquera. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta SIACON. Programa informático, versión 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/optestadisticasiacon2012parcialsiacon-zip/> (consultado el 15 de junio de 2016).

