



Peso específico de hoja y  
concentración de nitrógeno  
durante la fenología del  
**Ciruelo Japonés**  
cv. Methley  
pág. 43

Año 11 • Volumen 11 • Número 10 • octubre, 2018

CULTIVO <i>in vitro</i> DE RAÍCES EN MATRACES Y BIORREACTORES: ALTERNATIVAS BIOTECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE FÁRMACOS	3
ANÁLISIS FITOQUÍMICO Y ACTIVIDAD ANTIBACTERIAL DE EXTRACTOS METANÓLICOS DE <i>Acrocomia aculeata</i> : PALMA ADULTA Y GERMINADA <i>in vitro</i>	11
ÁREA FOLIAR Y EFICIENCIA EN EL USO DE LA RADIACIÓN DEL CIRUELO JAPONÉS ( <i>Prunus salicina</i> ) DURANTE UN CICLO FENOLÓGICO	19
BÚFALO DE AGUA ( <i>Bubalus bubalis</i> ): UN ACERCAMIENTO AL MANEJO SUSTENTABLE EN EL SUR DE VERACRUZ, MÉXICO	27
FENOLOGÍA DEL CIRUELO JAPONÉS CV. METHLEY INJERTADO SOBRE CIRUELO MIROBOLANO, EN TEXCOCO, MÉXICO	33
EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y PERFIL ENDÓCRINO EN OVEJAS PRIMALAS EN BUENA CONDICIÓN CORPORAL SUPLEMENTADAS CON GRASA DE SOBREPASO	51

y más artículos de interés...

<b>3</b>	CULTIVO <i>in vitro</i> DE RAÍCES EN MATRACES Y BIORREACTORES: ALTERNATIVAS BIOTECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE FÁRMACOS
<b>11</b>	ANÁLISIS FITOQUÍMICO Y ACTIVIDAD ANTIBACTERIAL DE EXTRACTOS METANÓLICOS DE <i>Acrocomia aculeata</i> : PALMA ADULTA Y GERMINADA <i>in vitro</i>
<b>19</b>	ÁREA FOLIAR Y EFICIENCIA EN EL USO DE LA RADIACIÓN DEL CIRUELO JAPONÉS ( <i>Prunus salicina</i> ) DURANTE UN CICLO FENOLOGICO
<b>27</b>	BÚFALO DE AGUA ( <i>Bubalus bubalis</i> ): UN ACERCAMIENTO AL MANEJO SUSTENTABLE EN EL SUR DE VERACRUZ, MÉXICO
<b>33</b>	FENOLOGÍA DEL CIRUELO JAPONÉS CV. METHLEY INJERTADO SOBRE CIRUELO MIROBOLANO, EN TEXCOCO, MÉXICO
<b>43</b>	PESO ESPECÍFICO DE HOJA Y CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO DURANTE LA FENOLOGÍA DEL CIRUELO JAPONÉS CV. METHLEY
<b>51</b>	EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y PERFIL ENDÓCRINO EN OVEJAS PRIMALAS EN BUENA CONDICIÓN CORPORAL SUPLEMENTADAS CON GRASA DE SOBREPASO
<b>57</b>	EFFECTO DE PODAS TEMPRANAS EN TOMATE ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) VAR. RAMSES PARA LA FORMACIÓN DE PLANTAS CON DOS TALLOS
<b>63</b>	RADOTELEMETRÍA GPS: APLICACIÓN EN EL MONITOREO DEL GANADO CAPRINO EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE TEHUACÁN-CUICATLÁN, OAXACA, MÉXICO
<b>71</b>	COMPATIBILIDAD DE INJERTACIÓN EN TRES CLONES DE GUANÁBANA ( <i>Annona muricata</i> L.)
<b>75</b>	DETECCIÓN TEMPRANA DE COMPATIBILIDAD DE INJERTOS DE GUAYABO ( <i>Psidium guajava</i> L.) MEDIANTE ANÁLISIS BIOQUÍMICO
<b>81</b>	EVALUACIÓN SENSORIAL DEL MEZCAL DE LA LOCALIDAD DE TOTOMOCHAPA, TLAPA DE COMONFORT, GUERRERO, MÉXICO
<b>87</b>	AGRICULTURA Y MIGRACIÓN COLECTIVA EN LA REGIÓN MONTAÑA DE GUERRERO, MÉXICO
<b>93</b>	ANÁLISIS DE VACÍOS Y OMISIONES DE CONSERVACIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL ESTADO DE GUERRERO, MÉXICO
<b>99</b>	MUJER, AGRICULTURA Y POBREZA: ESTUDIO EN DOS COMUNIDADES DE LA MONTAÑA DE GUERRERO, MÉXICO
<b>107</b>	EXTRACTOS DE FRUTOS DE <i>Cucurbita foetidissima</i> (Kunth) INHIBEN EL CRECIMIENTO DE FITOPATÓGENOS DE INTERÉS AGRÍCOLA
<b>117</b>	ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN SISTEMAS AGROFORESTALES RIBEREÑOS DE LA CUENCA DEL RÍO TLAPANECO
<b>121</b>	EMBRIONES OVINOS VITRIFICADOS MEDIANTE UNA TÉCNICA "ONE STEP" PRODUCIDOS EN DOS ESTACIONES
<b>127</b>	CONOCIMIENTO Y APROVECHAMIENTO LOCAL DEL VENADO COLA BLANCA ( <i>Odocoileus virginianus mexicanus</i> ) EN ILIATENCO, GUERRERO
<b>133</b>	ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA EN OVEJAS TROPICALES SUPEROVULADAS
<b>137</b>	EL FRIJOL "CHAPARRO" ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) ENTRE LOS NA SAVI DE COPANATUYAC, GUERRERO, MÉXICO: APORTES A SU CONOCIMIENTO
<b>145</b>	ORGANIZACIÓN DE UNA COMUNIDAD INDÍGENA: PÁSCALA DEL ORO, SAN LUIS ACATLÁN, GUERRERO, MÉXICO
<b>151</b>	EL CONSEJO REGIONAL DE LA MONTAÑA DE GUERRERO, AGENTE DINÁMICO PARA EL DESARROLLO LOCAL
<b>157</b>	SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ ( <i>Coffea arabica</i> L.) EN LA COMUNIDAD DEL CERRO CUATE, ILIATENCO, GUERRERO
<b>165</b>	NIVEL DE HUMEDAD DEL SUELO EN EL ÚLTIMO RIEGO Y SU EFECTO PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI
<b>169</b>	LOS ANIMALES DOMÉSTICOS EN EL MODO DE VIDA DE LAS ETNIAS DE LA MONTAÑA DE GUERRERO, MÉXICO
<b>177</b>	GOATS ( <i>Capra hircus</i> ) OF LA CAÑADA IN THE MOUNTAIN OF GUERRERO, MEXICO
<b>183</b>	VALORACIÓN DE LA CRIANZA DE CABRAS ( <i>Capra hircus</i> ) POR CAMPESINOS ME´PHAA DE LA MONTAÑA DE GUERRERO, MÉXICO
<b>189</b>	EL CULTIVO DE LA PITAYA DE AGOSTO ( <i>Stenocereus stellatus</i> Pfeiffer) EN LA MONTAÑA DE GUERRERO
<b>195</b>	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp. UNA ESPECIE ARBÓREA MULTIPROPÓSITO PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LOS AGROECOSISTEMAS TROPICALES
<b>201</b>	ASPIRACIONES, EXPECTATIVAS EDUCATIVAS Y DE TRABAJO DE ESTUDIANTES DE BACHILLERATO DEL PLANTEL CUALÁC Y METLATÓNOC, GUERRERO

## Comité Científico

Dr. Giuseppe Colla  
University of Tuscia, Italia  
ORCID: 0000-0002-3399-3622

Dra. Magaly Sánchez de Chial  
Universidad de Panamá, Panamá  
ORCID: 0000-0002-6393-9299

Dra. Maritza Escalona  
Universidad de Ciego de Ávila, Cuba  
ORCID: 0000-0002-8755-6356

Dr. Kazuo Watanabe  
Universidad de Tsukuba, Japón  
ORCID: 0000-0003-4350-0139

Dra. Ryoko Machida Hirano  
Organización Nacional de Investigación en Agricultura y Alimentación (NARO-Japón)  
ORCID: 0000-0002-7978-0235

Dr. Ignacio de los Ríos Carmenado  
Universidad Politécnica de Madrid, España  
ORCID: 0000-0003-2015-8983

Dra. María de Lourdes Arévalo Galarza  
Colegio de Postgraduados, México  
ORCID: 0000-0003-1474-2200

Dra. Libia Iris Trejo Téllez  
Colegio de Postgraduados, México  
ORCID: 0000-0001-8496-2095

## Comité Editorial

Dr. Jorge Cadena Iñiguez  
Dr. Fernando Carlos Gómez Merino  
M.A. Ana Luisa Mejía Sandoval  
M.C. María Isabel Iñiguez Luna  
M.C. Valeria Abigail Martínez Sias  
Lic. Hannah Infante Lagarda  
Biól. Valeria J. Gama Ríos  
Téc. Mario Alejandro Rojas Sánchez



ZOOLOGICAL RECORD®



Master Journal List

Año 11, Volumen 11, número 10, octubre 2018, 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. 04-2017-031313492200-203. ISSN: 2594-0252, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, M.C. Valeria Abigail Martínez Sias. Fecha de última modificación, 31 de octubre de 2018.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

### Contacto principal

8 Jorge Cadena Iñiguez  
📍 Guerrero 9, esquina avenida Hidalgo, C.P. 56220,  
San Luis Huexotla, Texcoco, Estado de México.  
✉ agroproductividadeditor@gmail.com

### Contacto de soporte

8 Soporte  
☎ 01(595) 928 4703  
✉ agroproductividadesoporte@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.

## Directrices para Autores/as

**Naturaleza de los trabajos:** Las contribuciones que se reciban para su eventual publicación deben ser resultados originales derivados de un trabajo académico de alto nivel sobre los tópicos presentados en la sección de temática y alcance de la revista.

**Extensión y formato:** Los artículos deberán estar escritos en procesador de textos, con una extensión de 15 cuartillas, tamaño carta con márgenes de 2.5 centímetros, Arial de 12 puntos, interlineado doble, sin espacio entre párrafos. Las páginas deberán estar foliadas desde la primera hasta la última en el margen inferior derecho. La extensión total incluye abordaje textual, bibliografía, gráficas, figuras, imágenes y todo material adicional. Debe evitarse el uso de sangría al inicio de los párrafos. Las secciones principales del artículo deberán escribirse en mayúsculas, negritas y alineadas a la izquierda. Los subtítulos de las secciones se escribirán con mayúsculas sólo la primera letra, negritas y alineadas a la izquierda.

**Exclusividad:** Los trabajos enviados a Agro Productividad deberán ser inéditos y sus autores se comprometen a no someterlos simultáneamente a la consideración de otras publicaciones; por lo que es necesario adjuntar este documento: Carta de originalidad.

**Frecuencia de publicación:** Cuando un autor ha publicado en la revista como autor principal o de correspondencia, deberá esperar tres números de ésta para publicar nuevamente como autor principal o de correspondencia.

**Idiomas de publicación:** Se recibirán textos en español con títulos, resúmenes y palabras clave en español e inglés.

**ID Autores:** El nombre de los autores se escribirán comenzando con el apellido o apellidos unidos por guion, sólo las iniciales del nombre, separados por comas, con un índice progresivo en su caso. Es indispensable que todos y cada uno de los autores proporcionen su número de identificador normalizado ORCID, para mayor información ingresar a (<https://orcid.org>).

**Institución de adscripción:** Es indispensable señalar la institución de adscripción y país de todos y cada uno de los autores, indicando exclusivamente la institución de primer nivel, sin recurrir al uso de siglas o acrónimos. Se sugiere recurrir al uso de la herramienta wayta (<http://wayta.scielo.org/>) de Scielo para evitar el uso incorrecto de nombres de instituciones.

**Anonimato en la identidad de los autores:** Los artículos no deberán incluir en ni en cuerpo del artículo, ni en las notas a pie de página ninguna información que revele su identidad, esto con el fin de asegurar una evaluación anónima por parte de los pares académicos que realizarán el dictamen. Si es preciso, dicha información podrá agregarse una vez que se acredite el proceso de revisión por pares.

**Estructura de los artículos:** Los artículos incluirán los siguientes elementos: Título, title, autores y adscripción, abstract, keywords, resumen, palabras clave, introducción, objetivos, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones y literatura citada en formato APA.

**Título:** Debe ser breve y reflejar claramente el contenido, deberá estar escrito en español e inglés. Cuando se incluyan nombres científicos deben escribirse en itálicas. No deberá contener abreviaturas ni exceder de 20 palabras, se usará solo letras mayúsculas, en negritas, centrado y no llevará punto final.

**Resumen y Abstract:** Deberá integrarse un resumen en inglés y español (siguiendo ese orden), de máximo 250 palabras, donde se destaque obligatoriamente y en este orden: a) objetivo; b) diseño / metodología / aproximación; c) resultados; d) limitaciones / implicaciones; e) hallazgos/ conclusiones. El resumen no deberá incluir citas, referencias bibliográficas, gráficas ni figuras.

**Palabras clave y Keywords:** Se deberá incluir una lista de 3 a 5 palabras clave en español e inglés que permitan identificar el ámbito temático que aborda el artículo.

**Introducción:** Se asentará con claridad el estado actual del conocimiento sobre el tema investigado, su justificación e importancia, así como los objetivos del trabajo. No deberá ser mayor a dos cuartillas.

**Materiales y Métodos:** Se especificará cómo se llevó a cabo la investigación, incluyendo el tipo de investigación, diseño experimental (cuando se traten de investigaciones experimentales), equipos, substancias y materiales empleados, métodos, técnicas, procedimientos, así como el análisis estadístico de los datos obtenidos.

**Resultados y Discusión:** Puede presentarse en una sola sección. En caso de presentarse de forma separada, la discusión debe enfocarse a comentar los resultados (sin repetirlos), en términos de sus características mismas, su congruencia con la hipótesis planteada y sus semejanzas o diferencias con resultados de investigaciones similares previamente realizadas.

**Conclusiones:** Son la generalización de los resultados obtenidos; deben ser puntuales, claras y concisas, y no deben llevar discusión, haciendo hincapié en los aspectos nuevos e importantes de los resultados obtenidos y que establezcan los parámetros finales de lo observado en el estudio.

**Agradecimientos:** Son opcionales y tendrán un máximo de tres renglones para expresar agradecimientos a personas e instituciones que hayan contribuido a la realización del trabajo.

**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. Se recomienda que los cuadros y ecuaciones se preparen con el editor de tablas y ecuaciones del procesador de textos.

**Uso de siglas y acrónimos:** Para el uso de acrónimos y siglas en el texto, la primera vez que se mencionen, se recomienda escribir el nombre completo al que corresponde y enseguida colocar la sigla entre paréntesis. Ejemplo: Petróleos Mexicanos (Pemex), después sólo Pemex.

**Elementos gráficos:** Corresponden a dibujos, gráficas, diagramas y fotografías. 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. Las figuras deben numerarse

progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Figura 1. Título), y se colocarán en la parte inferior. Las fotografías deben ser de preferencia a colores y con una resolución de 300 dpi en formato JPEG, TIFF O RAW. El autor deberá enviar 2 fotografías adicionales para ilustrar la página inicial de su contribución. Las gráficas o diagramas serán en formato de vectores (CDR, EPS, AI, WMF o XLS).

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

**Citas bibliográficas:** deberán insertarse en el texto abriendo un paréntesis con el apellido del autor, el año de la publicación y la página, todo separado por comas. Ejemplo (Zheng *et al.*, 2017). El autor puede introducir dos distintos tipos de citas:

**Citas directas de menos de 40 palabras:** Cuando se transcriben textualmente menos de 40 palabras, la cita se coloca entre comillas y al final se añade entre paréntesis el autor, el año y la página. Ejemplo:

Alineado al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, (DOF, 2013), el Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018 establece "Construir un nuevo rostro del campo sustentado en un sector agroalimentario productivo, competitivo, rentable, sustentable y justo que garantice la seguridad alimentaria del país" (DOF, 2013).

**Citas indirectas o paráfrasis:** Cuando se interpretan o se comentan ideas que son tomadas de otro texto, o bien cuando se expresa el mismo contenido pero con diferente estructura sintáctica. En este caso se debe indicar el apellido del autor y el año de la referencia de donde se toman las ideas. Ejemplo:

Los bajos rendimientos del cacao en México, de acuerdo con Avendaño *et al.* (2011) y Hernández-Gómez *et al.* (2015); se debe principalmente a la edad avanzada de las plantaciones.

**Las referencias bibliográficas:** al final del artículo deberán indicarse todas y cada una de las fuentes citadas en el cuerpo del texto (incluyendo notas, fuentes de los cuadros, gráficas, mapas, tablas, figuras etcétera). El autor(es) debe revisar cuidadosamente que no haya omisiones ni inconsistencias entre las obras citadas y la bibliografía. Se incluirá en la lista de referencias sólo las obras citadas en el cuerpo y notas del artículo. La bibliografía deberá presentarse estandarizada recurriendo a la norma APA, ordenarse alfabéticamente según los apellidos del autor.

**De haber dos obras o más del mismo autor,** éstas se listan de manera cronológica iniciando con la más antigua. Obras de un mismo autor y año de publicación se les agregará a, b, c... Por ejemplo:

Ogata N. (2003a).  
Ogata N. (2003b).

**Artículo de revista:**

Wang, P., Zhang, Y., Zhao, L., Mo, B., & Luo, T. (2017). Effect of Gamma Rays on *Sophora davidii* and Detection of DNA Polymorphism through ISSR Marker [Research article]. <https://doi.org/10.1155/2017/8576404>

**Libro:**

Turner J. (1972). Freedom to build, dweller control of the housing process. New York: Macmillan.

**Uso de gestores bibliográficos:** Se dará prioridad a los artículos enviados con la bibliografía gestionada electrónicamente, y presentada con la norma APA. Los autores podrán recurrir al uso de cualquier gestor disponible en el mercado (Reference Manager, Crossref o Mendeley entre otros), o de código abierto tal como Refworks o Zotero.

# CULTIVO *in vitro* DE RAÍCES EN MATRACES Y BIORREACTORES: ALTERNATIVAS BIOTECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE FÁRMACOS

## *In vitro* CULTURE OF ROOTS IN FLASKS AND BIOREACTORS: BIOTECHNOLOGICAL ALTERNATIVES FOR THE PRODUCTION OF DRUGS

Sampayo-Maldonado, S.<sup>1</sup>; Montiel-Montoya, J.<sup>2</sup>; Cortés-Ruiz, J. A.<sup>3</sup>; Gómez-de Jesús, A.<sup>4</sup>; Reyes, C.<sup>1</sup>;  
Díaz-Bautista, M.<sup>1</sup>; Sánchez-Herrera, L. M.<sup>5</sup>; López-Valdez, L. G.<sup>6</sup>; Barrales-Cureño, H. J.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Intercultural del Estado de Puebla, División de Procesos Naturales. Ingeniería Forestal Comunitaria. Calle Principal a Lipuntahuaca s/n, Lipuntahuaca, Huehuetla, Puebla, México. <sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, Col. San Joachin, Guasave, Sinaloa, México. <sup>3</sup>Instituto Tecnológico de Mazatlán, Ingeniería Bioquímica. Calle Corsario 1 No. 203, Colonia Urias, Mazatlán, Sinaloa, México. <sup>4</sup>CONACYT-Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agronómicas. Carretera Ocozocoautla-Villaflora km 84.5. Villaflora, Chiapas, México. <sup>5</sup>Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Tecnológica de Alimentos. Ciudad Universitaria de la Cultura "Amado Nervo", Tepic, Nayarit, México. <sup>6</sup>Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Preparatoria Agrícola. Laboratorio de Productos Naturales. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Texcoco, Estado de México.

\*Autor para correspondencia: hebert.jair@uiep.edu.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To describe and analyze the importance of secondary metabolism in roots, on main drugs in *in vitro* root cultures, as well as in different configurations of bioreactors, and in the use of biotic and abiotic elicitation, in order to contribute to the expansion of the production of secondary metabolites in each system at a molecular level.

**Design/methodology/approach:** A review of updated literature was made regarding secondary metabolism, the pharmaceutical production from *in vitro* root cultures in flasks, as well as the production of drugs from roots grown in bioreactors, and performing *in vitro* elicitation.

**Results:** Manipulation of plant roots in bioreactors was found to be attractive, making it an excellent alternative for conducting further research on increased pharmaceutical production at an industrial level. Elicitation represents a strategy that induces a genetic response to secondary metabolites.

**Limitations on study/implications:** In genetics terms, *in vitro* cell and callus cultures are less stable when compared to *in vitro* organ and root cultures.

**Findings/conclusions:** *In vitro* culture of roots in flasks is a successful alternative to drug production by using plant biotechnology. With the purpose of promoting a greater production and commercialization of drugs, these crops motivate a greater production in bioreactors. In addition, the biochemical and genetic stability of secondary metabolites produced in roots through *in vitro* cultures may favor a higher demand in the pharmacological field. There is also a significant differentiation in morphological terms of the metabolites, a condition that would lead to a feasible and sustainable alternative under commercial terms.

**Keywords:** Secondary metabolites, *in vitro* elicitation, hairy roots.

## RESUMEN

**Objetivo:** Describir y analizar la importancia del metabolismo secundario en las raíces, los principales fármacos en cultivos *in vitro* de raíces y en distintas configuraciones de biorreactores y el uso de la elicitación biótica y abiótica, a fin de contribuir a incrementar la producción de los metabolitos secundarios a nivel molecular en ambos sistemas.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se realizó una revisión bibliográfica actualizada con respecto al metabolismo secundario, producción de fármacos a partir de cultivos *in vitro* de raíces en matraces, producción de fármacos a partir de raíces cultivadas en Biorreactores y elicitación *in vitro*.

**Resultados:** Se encontró que la manipulación de las raíces vegetales en biorreactores es atractiva y la convierte en una excelente opción para realizar investigaciones de máxima producción de fármacos a nivel industrial. La elicitación es una estrategia que permite inducir la expresión genética de los metabolitos secundarios.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Los cultivos *in vitro* de células y callos son menos estables genéticamente que los cultivos *in vitro* de órganos y raíces.

**Hallazgos/conclusiones:** Los cultivos *in vitro* de raíces en matraces son una exitosa alternativa de producción de fármacos en biotecnología vegetal y sirven como un indicador importante para calcular el escalamiento en biorreactores con el objetivo de lograr una mayor producción y comercialización de fármacos. La demanda de los metabolitos secundarios de interés farmacológico producidos en raíces mediante el cultivo *in vitro* en un futuro será cada vez mayor dada su estabilidad bioquímica y genética, así como su diferenciación morfológica, siendo una alternativa comercialmente factible y sustentable.

**Palabras clave:** Metabolitos secundarios, elicitación *in vitro*, raíces pilosas.

la producción sea rentable y que se produzca en mayores cantidades utilizando análisis dimensional, semejanza geométrica, relaciones empíricas a partir de un conjunto de datos y en modelos con apoyo de relaciones empíricas. Ambos tipos de cultivos tienen un enfoque alternativo para aumentar la productividad de los fármacos basados en las raíces de las plantas. Algunos fármacos de gran importancia obtenidos a partir de raíces en cultivo *in vitro* son: taxol a partir de *Taxus* spp., vincristina, vinblastina a partir de *Catharanthus*, ginsenósidos de *Panax* (Hea et al., 2005), glicósidos cardíacos a partir de *Digitalis*, forskolina de *Coleus*, alcaloides indólicos de *Cinchona*, escualina de *Cichorium*, antraquinonas de *Cassia*, alcaloides del tropano a partir de *Hyocyamus* y *Atropa*, artimisina de *Artemisia*, tiofenos de *Ambrosia* y de *Tagetes*, hidroxiecdisona a partir de *Ajuga*, withanólidos de *Withania*, valeopotriato de *Valeriana*, diosgenina de *Trigonella*, tricosantina a partir de *Trichosanthes*, esteroides de *Solanum*, daidzeina a partir de *Psoralea*, verbascósidos de *Paulownia*, shikoinina de *Lithospermum*, lignanos de *Linum*, lawsona de *Lawsonia*, flavonoides isoprenilados y glicirrhizina a partir de *Glycyrrhiza* (Eapen y Mitra, 2001). En cultivos *in vitro*, existen 3 tipos de función de respuesta que presentan las raíces: 1) aquéllas que pueden desarrollarse de modo indefinido en cultivo (como tomate, clavo y el género *Datura*); 2) las que pueden crecer por periodos prolongados en el medio de cultivo, pero no de forma perenne (chicharo, trigo) limitándose la velocidad de crecimiento, así como la formación de raíces laterales débiles e insucientes y 3) las raíces que difícilmente crecen debido a que requieren condiciones hasta ahora poco estudiadas

## INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de biomasa de plantas medicinales a escala mundial refleja los problemas y las crisis originadas por la disminución de los recursos renovables y el aumento del número de consumidores (Baque et al., 2012). Ante esta situación, el cultivo *in vitro* se perfila como una alternativa de producción vegetal, debido a sus diversas ventajas, como la posibilidad de inducir cultivos independientemente de la localización geográfica o estación, de cultivar meristemas apicales libres de plagas o enfermedades y de cultivar especies en peligro de extinción (Barrales-Cureño et al., 2017). Las aplicaciones del cultivo de raíces contribuyen a descubrimientos y aplicaciones en fisiología vegetal, metabolismo de carbohidratos, nutrición, hormonas, entre otros. Los matraces agitados son los biorreactores más utilizados en el área de la biotecnología vegetal para el desarrollo de nuevos bioprocesos (Reyes et al., 2017). La ventaja de los cultivos *in vitro* realizados en matraces agitados es su bajo costo y factibilidad de manejo. En biorreactores, el escalamiento permite que

(especies leñosas). Por lo tanto, el presente trabajo trata sobre la importancia del metabolismo secundario; los principales fármacos producidos en cultivos *in vitro* de matraces y biorreactores así como los tipos de elicitación: biótica y abiótica.

### Metabolismo secundario

El metabolismo secundario se define como la biosíntesis, transformación y degradación de compuestos endógenos mediante proteínas de especialización (Orozco et al., 2002). Los productos de este metabolismo se denominan metabolitos secundarios y tienen aplicaciones como esencias en perfumería, colorantes, insecticidas, aditivos nutritivos o productos farmacéuticos. Se consideran tres grandes grupos de metabolitos secundarios: terpenos, fenoles y alcaloides, de éstos compuestos sólo un número reducido es producido por síntesis química (Orozco et al., 2002). En virtud de su estructura, los metabolitos secundarios son químicamente reactivos; es decir, son aptos para ingresar en los sistemas vivos, interactuar y cambiar la estructura de un receptor o blanco molecular, y penetrar celularmente donde pueden afectar varios procesos fisiológicos. De allí deriva su actividad biológica o farmacológica (Anaya y Espinosa, 2006). Las plantas producen decenas de miles de metabolitos secundarios, algunos se consideran productos naturales o drogas (con sus derivados y análogos) y representan alrededor del 25% de los productos con uso medicinal. Su empleo puede ser directo o bien como precursores y modelos para la síntesis o semi-síntesis de fármacos (Anaya y Espinosa, 2006). Las raíces acumulan, secretan y sintetizan una gama diversa de metabolitos secundarios. Se conoce que la actividad de biosíntesis en las raíces también se mantiene en cultivos *in vitro*. El cultivo *in vitro* de órganos representa una alternativa interesante para la producción de metabolitos secundarios de plantas. Dos tipos de órganos son considerados de mayor importancia: los brotes y las raíces (Bourgau et al., 2001), los cuales pueden ser cultivados a gran escala (Pérez-Alonso y Jiménez, 2011). Los factores que permiten la acumulación de los metabolitos secundarios son: presencia de determinados tipos de células, presencia de ciertos organelos y la expresión y regulación de genes biosintéticos o catabólicos (Kreis, 2007). Una desventaja del cultivo de brotes es precisamente que no puede producir todos los metabolitos que se obtienen en las hojas de las plantas en condiciones naturales. Según Kreis (2007) si el compuesto de interés se sintetiza en las raíces, entonces no aparecerá en el cultivo de brotes. Por otra parte, es necesario tener en cuenta que

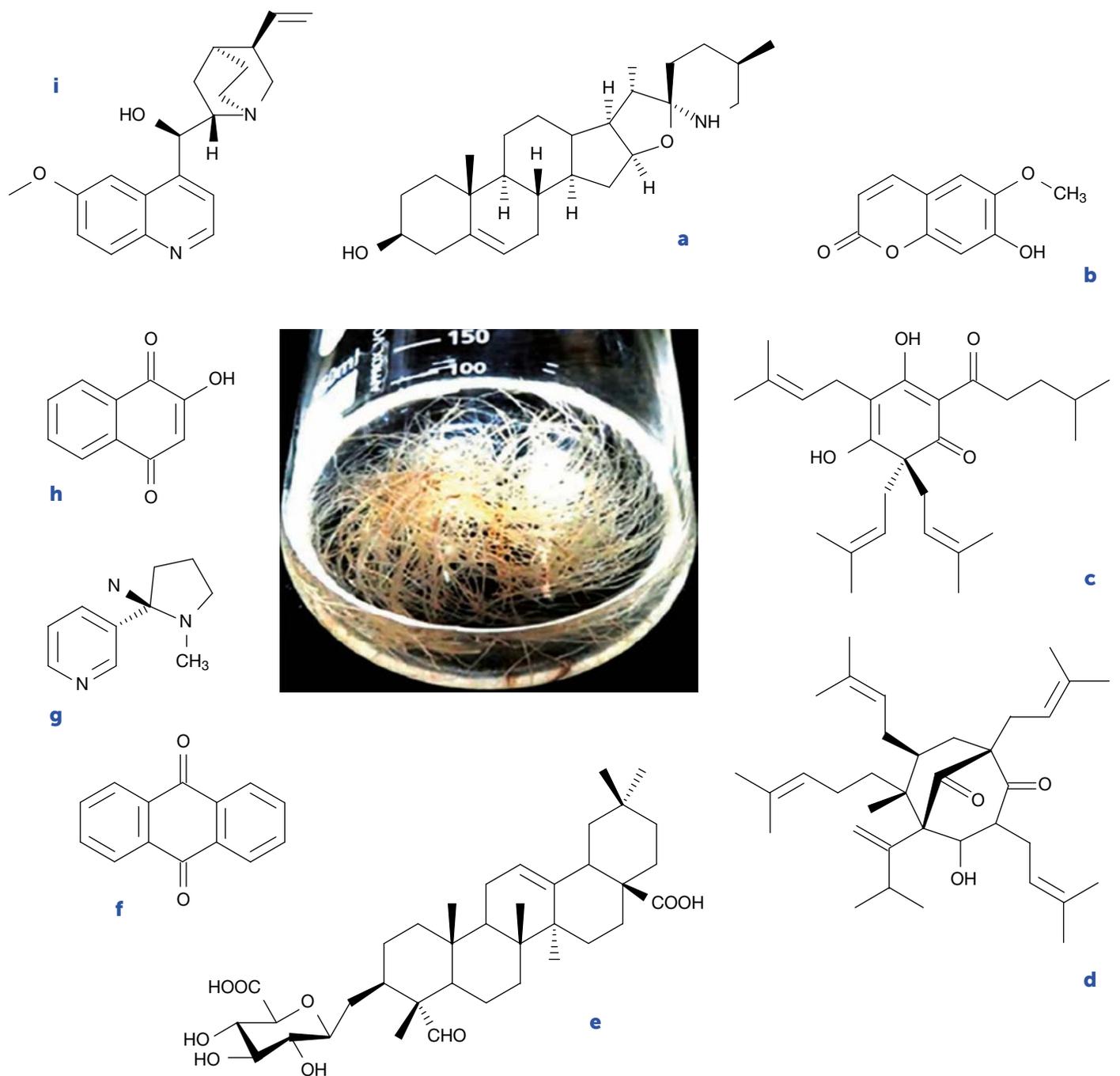
aunque el compuesto se sintetice en las hojas puede que su patrón y concentración sean diferentes a los que se obtienen en plantas intactas. Como principal ventaja, se señala que el cultivo de órganos, como las raíces, es más estable genéticamente comparado con el cultivo de suspensiones celulares y callos.

### Producción de fármacos a partir de cultivos *in vitro* de raíces en matraces

Los matraces agitados son los biorreactores más utilizados en el área de la biotecnología vegetal para el desarrollo de nuevos bioprocesos (Reyes et al., 2017). La ventaja de los cultivos *in vitro* realizados en matraces agitados es su bajo costo y factibilidad de manejo (Reyes et al., 2017). Las grandes compañías que trabajan en el campo de la biotecnología realizan desde 10,000 hasta 1,000,000 de experimentos en matraces agitados anualmente (Reyes et al., 2016). Los siguientes factores intervienen en el éxito de un cultivo *in vitro* de raíces: la composición del medio de cultivo (sales inorgánicas, vitaminas y fuente de carbono), temperatura, pH y radiación luminosa. Se han llevado a cabo exitosos cultivos *in vitro* de raíces en matraces para la producción de fármacos de interés médico. Por ejemplo, estudios realizados a partir de cultivos *in vitro* de raíces de *Solanum trilobatum* para producir solasodina (precursor para la producción de complejos esteroideos tales como píldoras anticonceptivas) podrían explotarse para escalarse en biorreactores (Pandurangan et al., 2010). Además, se han realizado cultivo *in vitro* de raíces de *Cannabis sativa*, los cuales se indujeron a partir de cultivo de callos en medio sólido B5 suplementado con 4 mg L<sup>-1</sup> de ácido naftalenacético en oscuridad a 25 °C (Faray y Kayser, 2015). El análisis del contenido de cannabinoides se realizó por HPLC y se confirmó por espectrometría de masas, el contenido fue de 2.0 µg g<sup>-1</sup> peso seco (Faray y Kayser, 2015). Algunos metabolitos secundarios producidos en cultivos *in vitro* de raíces son: alcaloides a partir de *Atropa belladonna* (Yang et al., 2011), saponinas y ginsenósidos de *Panax ginseng* (Kim et al., 2009), isoflavonoides a partir de *Pueraria tuberosa* (Rathore y Shekhawat, 2009), antraquinonas a partir de *Morinda royoc* (Borroto et al., 2008), entre otros. En la Figura 1 se muestran las estructuras químicas de los principales metabolitos secundarios obtenidos a partir del cultivo *in vitro* de raíces en matraces agitados.

### Producción de fármacos a partir de raíces cultivadas en Biorreactores

El cultivo *in vitro* de raíces a nivel matraz limita la obtención de biomasa necesaria para la producción de



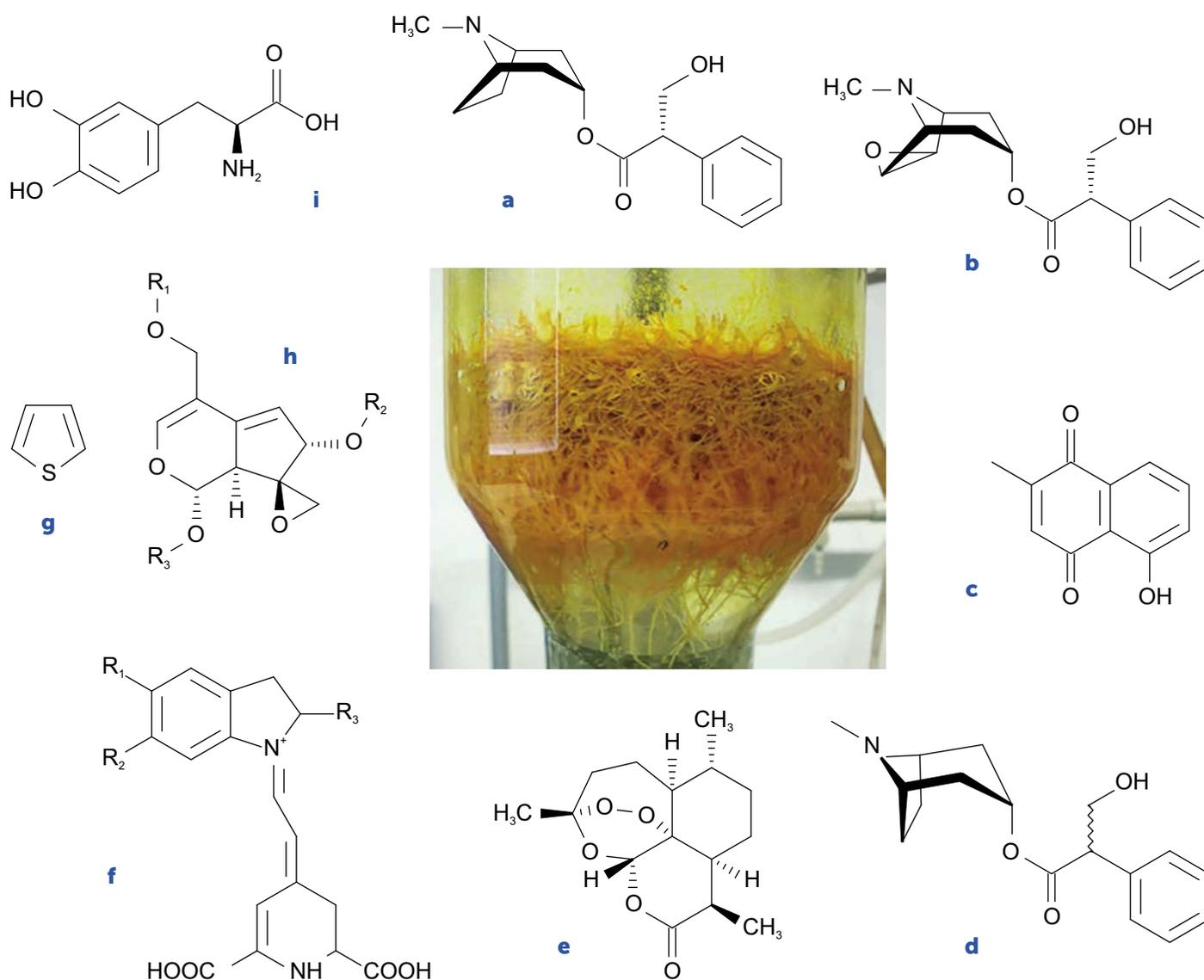
**Figura 1.** Esqueletos químicos de fármacos obtenidos a partir de cultivos *in vitro* de raíces crecidas en matraces. a) Solasodina (P. M.: 413.64 g mol<sup>-1</sup>); b) Escopoletina (P. M.: 192.16 g mol<sup>-1</sup>); c) Lupulona (P. M.: 414.586 g mol<sup>-1</sup>); d) Hiperforina (P. M.: 536.78 g mol<sup>-1</sup>); e) Sapogenina tal como la gipsogenina 3-O-glucurónico (P. M.: 660.83 g mol<sup>-1</sup>); f) Antraquinona (P. M.: 208.22 g mol<sup>-1</sup>); g) Nicotina (P.M.: 162.23 g mol<sup>-1</sup>); h) Lawsonia (P. M.: 174.15 g mol<sup>-1</sup>); e i) Quinina (P.M: 324.42 g mol<sup>-1</sup>).

metabolitos y un mayor nivel de absorción de sustancias, de tal forma que se hace necesario el escalamiento en biorreactores (Giri y Narasu, 2000). El biorreactor es el equipo central de todo bioproceso. Los biorreactores se clasifican en función del criterio que se utilice para ello: tipo y forma del biocatalizador, configuración del biorreactor, modos de operación, forma en que se suministra la energía para la agitación, entre otros (Rangel

*et al.*, 2001). En un biorreactor, algunos factores importantes que afectan la producción de biomasa y la acumulación de metabolitos secundarios y que se deben tomar en cuenta son: la composición química del medio, la densidad del inóculo, el periodo de iluminación y las tasas de aireación (Thakore *et al.*, 2017). Diversos cultivos *in vitro* de raíces se utilizan para producir fármacos a través del uso de distintas configuraciones de

biorreactores. Entre los biorreactores de mayor uso se tienen los de columna de burbujas, tambor giratorio, columna de burbuja modificada con soporte de malla de polipropileno y columna de burbuja modificada con soporte de espuma de poliuretano (Thakore et al., 2017). Un valioso ejemplo de la producción de un fármaco producido en biorreactor, es el que se obtiene a partir de raíces de *Catharanthus roseus*, las cuales producen ajmalicina, utilizada en el tratamiento de trastornos circulatorios. En un biorreactor de tambor rotatorio se obtuvo  $4.6 \pm 0.4 \text{ mg L}^{-1}$  de ajmalicina (Thakore et al., 2017). Por otro lado, la producción de metabolitos secundarios de tipo alcaloide del tropano utilizados como fármacos, tales como la hiosciamina (utilizada para con-

trolar la enfermedad de Parkinson, alivio de trastornos gastrointestinales y cardiopatías), anisodamina (utilizada en el tratamiento de enteritis agudas) y escopolamina (antiparkinsoniano, analgésico local, antiespasmódico y provoca dilatación de la pupila en exámenes de fondo de ojo), se han obtenido a partir de cultivos *in vitro* de raíces de *Brugmansia candida*, las cuales fueron crecidas en biorreactor agitado de 1.5 L (Cardillo et al., 2010). La anisodamina fue el alcaloide predominante de *B. candida* alcanzando una concentración de  $10.05 \pm 0.76 \text{ mg/g}$  peso seco (Cardillo et al., 2010). En la Figura 2 se muestran las estructuras químicas de los principales metabolitos secundarios obtenidos a partir de cultivo *in vitro* de raíces en biorreactores.



**Figura 2.** Esqueletos químicos de metabolitos secundarios obtenidos a partir de cultivos *in vitro* de raíces crecidas en biorreactores. a) Hiosciamina (P. M.:  $289.37 \text{ g mol}^{-1}$ ); b) Escopolamina (P. M.:  $303.35 \text{ g mol}^{-1}$ ); c) Plumbagina (P. M.:  $188.18 \text{ g mol}^{-1}$ ); d) Atropina (P. M.:  $289.40 \text{ g mol}^{-1}$ ); e) Artemisinina (P. M.:  $282.33 \text{ g mol}^{-1}$ ); f) Betacianina (P. M.:  $726.60 \text{ g mol}^{-1}$ ); g) Tiofeno (P. M.:  $84.14 \text{ g mol}^{-1}$ ); h) Valepotriato (P. M.:  $422.47 \text{ g mol}^{-1}$ ); e i) Levodopa (L-DOPA) (P. M.:  $197.19 \text{ g mol}^{-1}$ ).

La producción de hiosciamina y escopolamina fue significativamente mayor cuando se cultivaron raíces y brotes de *Atropa belladonna* y *Duboisia* sp. en un biorreactor dual (dos recipientes diferentes conectados con un tubo entre ellos) con respecto a un solo biorreactor que contenía ambos tipos de órganos en un mismo recipiente. El tubo conector permite la traslocación de la hiosciamina producida en las raíces hasta los brotes, donde se bio-transforma a escopolamina (Subroto *et al.*, 1996).

### Elicitación *in vitro*

La técnica de elicitación es una estrategia efectuada por un elicitor adicionado (en concentraciones micromolar) al medio de cultivo *in vitro* líquido para inducir, estimular o mejorar la producción de los metabolitos secundarios (Namdeo, 2007). Las estrategias de elicitación se pueden llevar a cabo mediante elicitores bióticos o abióticos siendo una alternativa eficiente y factible en sistemas de cultivos *in vitro* de raíces (Barrales-Cureño *et al.*, 2016). Algunos factores importantes que afectan la producción de metabolitos secundarios son la concentración y el tiempo de exposición del elicitor (Dini *et al.*, 2014). Algunos ejemplos típicos de elicitores bióticos son: quitosano (Figura 3a), micelio fúngico, paredes celulares de bacterias, glicoproteínas, levaduras, moléculas que actúan como señales endógenas: ácido salicílico (Figura 3b) y ácido jasmónico (Figura 3c); mientras que los elicitores abióticos son: la temperatura, pH, luz UV, sales de metales pesados e iones metálicos.

Algunos ejemplos de elicitación realizados en cultivos *in vitro* son: la plumbagina, una naftoquinona producida por las plantas con propiedades farmacológicas de tipo antimicrobiana, se produjo en un biorreactor a los 20 días, obteniéndose  $13.16 \pm 1.72$  mg/g peso seco de plumbagina mediante elicitación de  $200 \text{ mg L}^{-1}$  y  $80 \mu\text{M}$  de jasmonato de metilo (Gangopadhyay *et al.*, 2011). También, minerales como el magnesio y el calcio se han utilizado como elicitores abióticos para sobreexpresar la

producción de ácido valerónico en *Valeriana officinalis* (Dini *et al.*, 2014). Los elicitores actúan en los mecanismos de transducción de señales, los estímulos externos (elicitores) causan un aumento en el nivel de  $\text{Ca}^{2+}$  citoplásmico a través del ciclo del fosfatidilinositol y sistema de la adenilato ciclasa. Se ha acumulado evidencia que sugiere que las células vegetales contienen los principales componentes del ciclo del fosfatidilinositol, y de AMPc (Kaplan *et al.*, 2007).

### CONCLUSIONES

Los cultivos *in vitro* de raíces en matraces son una exitosa alternativa de producción de fármacos en biotecnología vegetal y sirven como un indicador importante para calcular el escalamiento en biorreactores con el objetivo de lograr una mayor producción y comercialización de fármacos. La manipulación de las raíces vegetales en biorreactores es atractiva y la convierte en una excelente opción para realizar investigaciones de máxima producción de fármacos a nivel industrial. En un futuro la demanda de los metabolitos secundarios de interés farmacológico producidos en raíces mediante el cultivo *in vitro* será cada vez mayor dada su estabilidad bioquímica y genética, así como su diferenciación morfológica, siendo una alternativa comercialmente factible y sustentable.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRO-DEP), el apoyo UIEP-PTC-039 otorgado al Proyecto de investigación: "Análisis de Metabolitos Secundarios con Enfoque Anticáncer y Nutricional en Árboles y Plantas Medicinales en Comunidades de la Sierra Norte de Puebla" realizado en la Universidad Intercultural del Estado de Puebla.

### LITERATURA CITADA

- Anaya L.A.L., Espinosa G.F.J. 2006. La química que entretiene a los seres vivos. Ciencias. 83:4-13.
- Baque M.A., Sang-Hyun M., Eun-Jung L., Jian-Jiang Z., Kee-Yoeup P. 2012. Production of biomass and useful compounds from

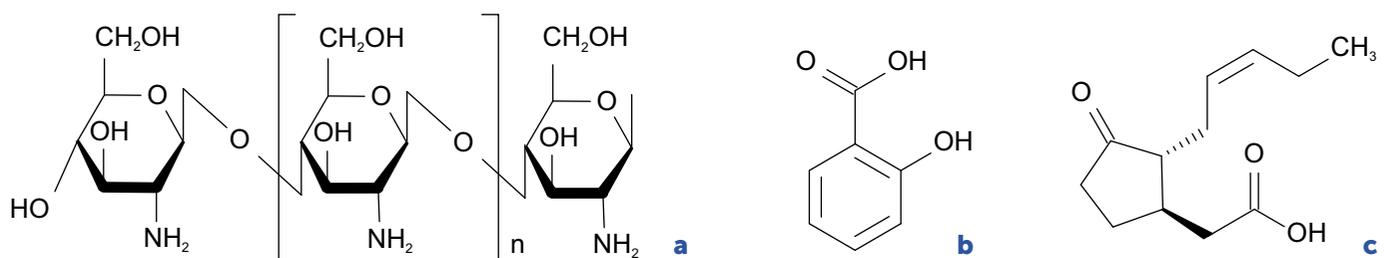


Figura 3. Estructuras químicas de: a) quitosano, b) ácido salicílico y c) ácido jasmónico.

- adventitious roots of high-value added medicinal plants using bioreactor. *Biotechnology Advances*. 30(6): 1255-1267.
- Barrales-Cureño H.J., Reyes-Reyes C., Díaz-Bautista M., Pérez R.A., Castañeda M.A., Zaragoza R.J.E., Andrade H.P., Luna C.A., Osuna-González Jordi Orlando, López V.L.G., Chávez S.S. 2017. Diseño de bioprocesos y bioproductos en ingeniería de células vegetales. *Mexican Journal of Biotechnology* 2(2): 11-39.
- Borroto J., Coll J., Rivas M., Blanco M., Concepción O., Tandron Y.A., Hernández M., Trujillo R. 2008. Anthraquinones from in vitro root culture of *Morinda royoc* L. *Plant Cell Tissue Organ Culture* 94: 181-187.
- Bourgaud F., Gravot A., Milesi S., Gontier E. 2001. Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. *Plant Science* 161: 839-851.
- Cardillo A.B., Rodriguez T.J., Giulietti A.M. 2016. Establishment, culture, and scale-up of *Brugmansia candida* hairy roots for the production of tropane alkaloids. *Methods in Molecular Biology*. 1391: 173-186.
- Dini T.M.R., Abbaspour N., Jafari M., Samadi A. 2014. Elicitation of Valeric Acid in the Hairy Root Cultures of *Valeriana officinalis* L (Valerianaceae). *Tropical Journal of Pharmaceutic Research* 13(6): 943-949.
- Eapen S., Mitra R. 2001. Plant hairy root cultures: Prospects and limitations. *Proceedings of the Indian National Science Academy*. 4: 107-120.
- Farang S., Oliver Kayser. 2015. Cannabinoids production by hairy root cultures of *Cannabis sativa* L. *American Journal of Plant Sciences* 6: 1874-1884
- Gangopadhyay M., Dewanjee S., Chakraborty D., Bhattacharya S. 2011. Role of exogenous phytohormones on growth and plumbagin accumulation in *Plumbago indica* hairy roots and conservation of elite root clones via synthetic seeds. *Industrial Crops Products*. 33: 445-450.
- Giri A., Narasu M. L. 2000. Transgenic hairy roots. Recent trends and applications. *Biotechnology Advances*. 18(1): 1-22.
- Kaplan B., Sherman T., Fromm H. 2007. Cyclic nucleotide-gated channels in plants. *FEBS Letters*. 581(12): 2237-2246.
- Kim Y.K., Yoo D.S., Xu H., Park N.I., Kim H.H., Choi J.E., Park S.U. 2009. Ginsenoside content of berries and roots of three typical Korean ginseng (*Panax ginseng*) cultivars. *Natural Product Communications*. 4(7): 903-906.
- Kreis W. 2007. *In-vitro* culturing techniques of medicinal plants. In: Kayser O, Quax W (Eds) *Medicinal plant biotechnology*. From basic research to industrial application, pp. 157-185. Wiley Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- Maynard L., Loosli J.K., Hintz, H.F., Warner, R.G. 1981. *Nutricion animal*. 4a edicion. Mc Graw-Hill. Mexico: Pp. 640.
- Namdeo AG. 2007. Plant cell elicitation for production of secondary metabolites: a review. *Pharmacognosy Reviews*. 1(1): 69-79.
- Orozco S.F., Hoyos S.R., Arias Z.M.E. 2002. Cultivo de células vegetales en biorreactores: Un sistema potencial para la producción de Metabolitos secundarios. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 55(1): 1473-1495.
- Pandurangan A., Khosa R.L., Hemalatha S. 2010. Antinociceptive activity of steroid alkaloids isolated from *Solanum trilobatum* Linn. *J Asian Nat Prod Res*. 12(8): 691-695.
- Pérez-Alonso N., Jiménez E. 2011. Producción de metabolitos secundarios de plantas mediante el cultivo *in vitro*. *Biotecnología vegetal*. 11(4): 195-211.
- Rangel J.H., Pradilla M.A., Burgos C.V. 2001. Biorreactores: Modelos Matemáticos y su Simulación sobre una Hoja Electrónica. *Revista Ingeniería e Investigación*. 48: 20-23.
- Rathore M.S., Shekhawat N.S. 2009. Micropropagation of *Pueraria tuberosa* (Roxb. Ex Willd.) and determination of puerarin content in different tissues. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 99:327-334.
- Reyes C., Terrón K., Reynoso R., Rubí H., Chávez S., Barrales-Cureño H.J., López-Valdez L.G. 2016. Desarrollo de un software para la caracterización de matraces y fermentadores agitados mecánicamente. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 3: 42-58.
- Reyes R.C., López V.L.G., Chávez, S.S., Terrón M.K.A., Díaz B.M., Barrales C.H.J. 2017. *Status quo* de la Ingeniería de matraces agitados. In: Instituciones de Educación Superior. La labor investigadora e innovadora en México. Chavira J.G., Ortiz O.M., Montoto G.A., Díaz J.J.L. Cheyenne, Estados Unidos de América. Science Associated (Ed). p. 182.
- Subroto M.A., Kwok K.H., Hamill J.D. 1996. Coculture of genetically transformed roots and shoots for synthesis, translocation, and biotransformation of secondary metabolites. *Biotechnology and Bioengineering*. 49: 481-494.
- Thakore D., Srivastava A.K. 2017. Production of biopesticide azadirachtin using plant cell and hairy root cultures. *Engineering in Life Sciences*. 17: 997-1005.
- Yang C., Chen M., Zeng L., Hang L., Liu X., Tang, K., Liao Z. 2011. Improvement of Tropane alkaloid production in hairy root cultures of *Atropa belladonna* by over expressing *Pmt* and *h6h* genes. *Plant Omics*. 4: 29-33.



# ANÁLISIS FITOQUÍMICO Y ACTIVIDAD ANTIBACTERIAL DE EXTRACTOS METANÓLICOS DE *Acrocomia aculeata*: PALMA ADULTA Y GERMINADA *in vitro*

## PHYTOCHEMICAL ANALYSIS AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF METHANOL EXTRACTS OF *Acrocomia aculeata*: ADULT AND *in vitro* GERMINATED PALM

Cruz-Rodríguez, R.I.<sup>1\*</sup>; Alfonso-Santiago, C.R.<sup>1</sup>; Culebro-Ricaldi, J.M.<sup>1</sup>; Meza-Gordillo, R.<sup>1</sup>; Ayora-Talavera, G.<sup>2</sup>; Ayora-Talavera, T.R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Carretera Panamericana km 1080, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Yucatán. Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi. Avenida Itzáes, No. 490 x Calle 59, Colonia Centro. Mérida, Yucatán, México. <sup>3</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología del Estado de Jalisco. Unidad Mérida. Parque Científico Tecnológico de Yucatán. Carretera Sierra Papacal-Chuburná Puerto km 5.5. Mérida, Yucatán, México.

\*Autor para correspondencia: vikrose1@gmail.com

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the antibacterial effect of the methanolic extracts of different parts (leaf, stem and root) of the adult palm of *Acrocomia aculeata* and the palm germinated *in vitro*.

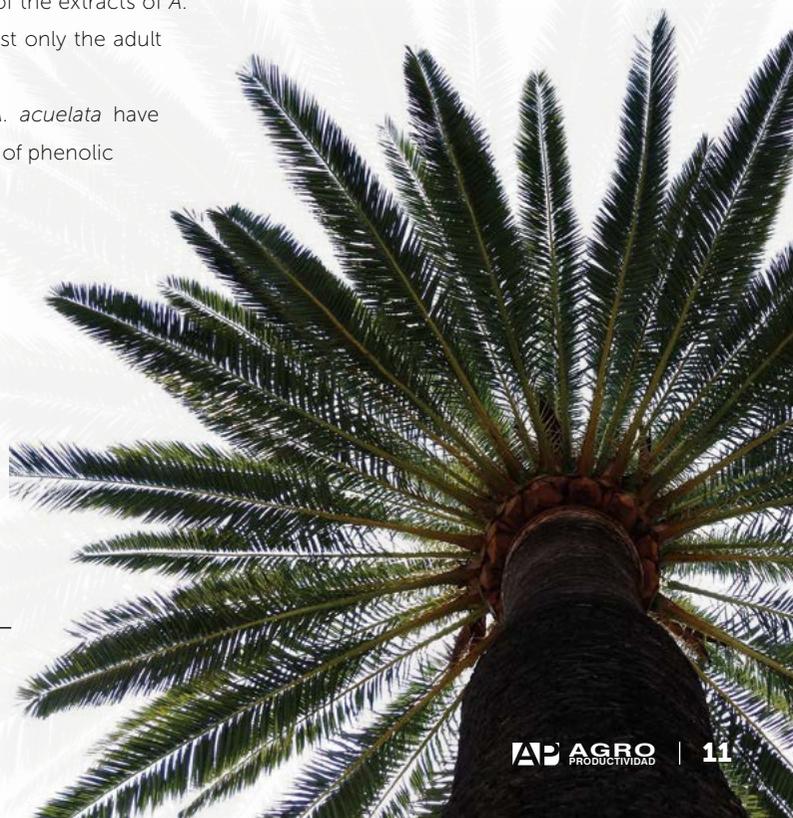
**Design / methodology / approximation:** The phytochemical study was carried out by means of thin layer chromatography and visible light spectrophotometry; The diffusion method in well and microdilution in plate allowed to evaluate the antibacterial activity of the methanolic extracts, besides determining its cytopathic effect in MDCK cells. A simple variance analysis was performed applying a Tukey mean comparison test at the 5% confidence level.

**Results:** The palm of *A. aculeata* was propagated *in vitro* from zygotic embryos. The methanolic extracts were obtained from adult and *in vitro* samples. The phytochemical study revealed the presence of flavonoids, coumarins, anthraquinones, saponins and tannins, being the methanolic extracts of *A. aculeata* adult the compounds with the highest phenolic content, and the only ones with bactericidal effect against the Gram+ strains studied, with halos of inhibition of 13 to 18 mm. The MIC was determined between 125 to 250 mg gallic acid equivalents · mL<sup>-1</sup>. The CC<sub>50</sub> values were determined between 125 and 31.25 µg·mL<sup>-1</sup>.

**Limitations of the study / implications:** For the CC<sub>50</sub> values of the extracts of *A. aculeata*, it is recommended to use for the purpose of the test only the adult root extract and the *in vitro* extracts.

**Findings / conclusions:** The methanolic extracts of adult *A. aculeata* have bactericidal activity against Gram+ strains, and a high content of phenolic compounds.

**Key words:** *Acrocomia aculeata*, cytotoxicity, bactericidal activity, phenolic compounds, minimum inhibitory concentration.



## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el efecto antibacteriano de los extractos metanólicos de diferentes partes (hoja, tallo y raíz) de la palma adulta de *Acrocomia aculeata* y la palma germinada *in vitro*.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se realizó el estudio fitoquímico mediante cromatografía en capa fina y espectrofotometría de luz visible; el método de difusión en pozo y microdilución en placa permitieron evaluar la actividad antibacteriana de los extractos metanólicos, además se determinó su efecto citopático en células MDCK. Se realizó un análisis de varianza simple aplicando una prueba de comparación de medias de Tukey a un nivel del 5% de confianza.

**Resultados:** Se propagó *in vitro* la palma de *A. aculeata* a partir de embriones cigóticos. Los extractos metanólicos se obtuvieron de muestras adultas e *in vitro*. El estudio fitoquímico reveló la presencia de flavonoides, cumarinas, antraquinonas, saponinas y taninos, siendo los extractos metanólicos de *A. aculeata* adulta los de mayor contenido de compuestos fenólicos, y los únicos con efecto bactericida frente a las cepas Gram+ estudiadas, con halos de inhibición de 13 a 18 mm. La CMI se determinó entre 125 a 250 mg equivalentes de ácido gálico·mL<sup>-1</sup>. Los valores de CC<sub>50</sub> se determinaron entre 125 y 31.25 μg·mL<sup>-1</sup>.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Por los valores de CC<sub>50</sub> de los extractos de *A. aculeata*, se recomienda utilizar para pruebas posteriores únicamente el extracto de raíz adulta y los extractos *in vitro*.

**Hallazgos/conclusiones:** Los extractos metanólicos de *A. aculeata* adulta tienen actividad bactericida frente a cepas Gram+, y un alto contenido de compuestos fenólicos.

**Palabras clave:** *Acrocomia aculeata*, citotoxicidad, actividad bactericida, compuestos fenólicos, concentración mínima inhibitoria.

geográfica en el neotrópico, que habita tanto en ecosistemas naturales como antropogénicos (Henderson *et al.*, 1995). En el sureste de México, principalmente en el estado de Chiapas es una especie amenazada debido a que de la savia del tallo se obtiene y se produce una bebida fermentada llamada taberna. La palma *Acrocomia aculeata* está adaptada a climas tropicales y subtropicales húmedos y secos, soportando temperaturas -4 °C por períodos cortos y sequías prolongadas con precipitaciones de 500 mm (FAO, 2007). Esta especie es perenne con una fase juvenil extendida, de ciclo reproductivo largo y se propaga exclusivamente por semillas (Manfio *et al.*, 2012). Por ello la producción de cultivares puede tardar varias décadas en lograrse (Henry *et al.*, 1994). Lanes *et al.* (2015) informaron que *A. aculeata* muestra amplia variabilidad tanto fenotípica y genotípica, lo que dificulta garantizar la uniformidad de las plantas. Se han realizado diversos estudios con esta especie en varias áreas, que incluyen ecofisiología (Pires *et al.*, 2013), sistema de cruzamiento (Lanes *et al.*, 2016), desarrollo vegetativo (Berton *et al.*, 2013; Machado *et al.*, 2016), desarrollo de la fruta (Montoya *et al.*, 2016), diversidad fenotípica (Ciconini *et al.*, 2013; Lanes *et al.*, 2015; Coser *et al.*, 2016) y aplicaciones biotecnológicas (Moura *et al.*, 2009; Zanderluce-Gomes y Scherwinski-Pereira, 2014; Padilha *et al.*, 2015). Estudios fitoquímicos han revelado la presencia de triterpenos pentacíclicos, flavonoides, esteroides y saponinas de plantas de la familia Arecaceae a la cual pertenece el género *Acrocomia* (Galotta y Boaventura, 2005; Lima *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2016). Diversas partes de esta especie presentan propiedades químicas y biológicas de interés

## INTRODUCCIÓN

Los productos naturales derivados de plantas ha cobrado importancia gracias a sus principios activos útiles en farmacología y en biología química. Muchas de las drogas actuales tienen estructuras que se derivan total o parcialmente de componentes fitoquímicos que han demostrado actividad biológica o antioxidante, tal es el caso de los flavonoides, un grupo importante de polifenoles, que pueden reducir el estrés oxidativo en enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, diabetes mellitus, asma y trastornos oculares (Andreescu *et al.*, 2011; Parejo *et al.*, 2002). En los últimos años ha aumentado el interés en extraer metabolitos de fuentes vegetales, con el fin de obtener una alternativa segura, natural y de bajo costo, que no posean efectos tóxicos y mutagénicos. El aumento de microorganismos resistentes a agentes antimicrobianos es el principal problema en la ciencia médica para el tratamiento de enfermedades infecciosas, y la necesidad de ampliar el arsenal terapéutico ha conducido al análisis de extractos obtenidos de diversas plantas en búsqueda de nuevos compuestos naturales bioactivos que conduzcan al desarrollo de fármacos. La palma *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart., también conocida en México como coyol, es un miembro monoico de la familia Arecaceae con una amplia distribución

farmacológico. Por ejemplo, en la raíz se identificó un compuesto hipoglucémico llamado coyolosa (Pérez et al., 1997); mientras que en el fruto se aisló galactoglucomanano, un polisacárido inmunoestimulante (Silva et al., 2009).

Esta investigación está orientada al análisis fitoquímico de *A. aculeata*, y su actividad antibacteriana sobre agentes causales de enfermedades infecciosas como lo son *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis* y *Escherichia coli*, así como evaluar la citotoxicidad de los compuestos fenólicos presentes en los extractos de *A. aculeata* adulta y germinada *in vitro* sobre la línea celular de epitelio de riñón canino Madin-Darby (MDCK) que es estable genéticamente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

Los racimos de frutos, hojas, tallo y raíces de la palma de *Acrocomia aculeata* se recolectaron de la zona ubicada a una altitud de 620 msnm, 16° 47' 48" latitud norte y 93° 48' 25.4" longitud oeste, en los ejidos de San Sebastián y Triunfo Madero del municipio de Cintalapa, Chiapas, México.

### Propagación *in vitro* de la palma *Acrocomia aculeata*

El endospermo se extrajo de cada fruto, se sumergió en una solución de etanol al 70% durante 5 minutos; luego se colocó en una solución de hipoclorito de sodio al 20% durante 10 minutos, después de cada tratamiento se enjuagó con agua destilada estéril 3 y 5 veces, respectivamente, y en condiciones asépticas se retiró el embrión. Estos se sembraron en un medio de cultivo con sales MS (Murashige y Skoog, 1962)

al 50%, 20 g·L<sup>-1</sup> de sacarosa, 2.5 g·L<sup>-1</sup> de fitagel, 2 g·L<sup>-1</sup> de carbón activado, 175 mg·L<sup>-1</sup> de ácido cítrico y 170 mg·L<sup>-1</sup> de ácido ascórbico, el pH final del medio fue ajustado a 5.7 con NaOH 0.1 N. Los embriones cigóticos se incubaron en cámara bioclimática a 20 °C en oscuridad las 24 h durante el primer mes de germinación y posteriormente con fotoperiodo de 16 h luz y 8 h oscuridad.

### Preparación de extractos

Se maceraron 2 gramos de material vegetal previamente secado y molido en 25 mL de metanol durante 120 min a temperatura ambiente a 180 rpm. Posteriormente la mezcla se centrifugó a 3000 rpm durante 10 minutos. El sobrenadante se concentró a presión reducida a una temperatura de 45 °C en un rotavapor (BÜCHI) y el residuo obtenido se resuspendió en 1 mL de metanol y se almacenó en congelación hasta su análisis.

### Análisis fitoquímico

El análisis cualitativo de compuestos fitoquímicos se realizó por cromatografía de capa fina (CCF); utilizando como fase estacionaria placas de gel de sílice 60 F<sub>254</sub> de 10×10 cm (SANPONT) y como fase móvil: hexano:acetato de etilo:ácido acético (31:14:5), (Harborne, 2000). Se aplicaron 10 µL de cada uno de los extractos en la placa de gel de sílice, después la placa se colocó en un cromatotankue previamente saturado y las muestras se eluyeron durante 20 minutos.

Las placas de cromatografía se revelaron empleando luz visible y UV ( $\lambda=254$  y 365 nm) utilizando una lámpara fluorescente de luz ultravioleta de onda corta (ChromatoVue<sup>®</sup> C-75), o bien asperjando

sobre la placa. El reactivo revelador correspondiente: flavonoides: 2-aminoetil difenilborinato al 1% en metanol; cumarinas, antronas y antraquinonas: KOH al 5% en etanol; las placas para saponinas y taninos fueron rociadas con el reactivo de vainillina al 8% en metanol y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, con calentamiento en Parrilla (OHAUS) a 100 °C durante 5 min (Wagner et al., 1996).

El análisis cuantitativo de los grupos de metabolitos secundarios presentes en los extractos se realizó utilizando un espectrofotómetro de luz visible (DR5000-03 HACH). Los estándares químicos utilizados fueron equivalentes de quercetina (Chang et al., 2002); el contenido total de flavonoides se estimó como equivalentes de rutina (Robertson y Hall, 1989) y el contenido de fenoles totales se estimó como equivalentes de ácido gálico (Singleton et al., 1999).

### Actividad antibacteriana

#### Microorganismos

Las cepas Gram+ fueron: *Staphylococcus aureus* (ENCB-16883), *Staphylococcus epidermidis* (IHO-8580) y *Bacillus subtilis*, (NRRL-B-941); la cepa Gram- fue *Escherichia coli* (IHO-1879). Todas las cepas se obtuvieron de la colección de laboratorio de microbiología del Tecnológico Nacional de México, Campus Tuxtla Gutiérrez.

#### Método de Difusión en Pozo

La actividad bactericida de extractos metanólicos de *A. aculeata* se basó en el método de difusión en pozo. Se colocaron 20 mL de agar Müeller-Hinton en cajas Petri y se inocularon con 100 µL de una suspensión del microorganismo correspondiente, a

una concentración de  $1 \times 10^6$  UFC·mL<sup>-1</sup>. Posteriormente, se realizaron tres orificios en el agar ( $\varnothing=0.6$  cm). En cada pozo se depositaron 80  $\mu$ L de extracto (1 mg equivalentes de ácido gálico mL<sup>-1</sup>), usando metanol como control negativo y ampicilina a una concentración de 0.2 mg mL<sup>-1</sup> como control positivo. La prueba se realizó por triplicado. Los halos de inhibición se determinaron en milímetros.

### Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI)

La concentración mínima inhibitoria se evaluó sólo a los extractos que evidenciaron inhibición frente a las bacterias de referencia, utilizando el método de microdilución en caldo usando placas de 96 pozos. Se utilizó caldo Müeller-Hinton, las concentraciones de extracto evaluadas fueron de 1 a 0.0625 mg de equivalentes de ácido gálico·mL<sup>-1</sup>. La concentración de los inóculos bacterianos se ajustó a  $1 \times 10^6$  UFC·mL<sup>-1</sup>, el control negativo fue metanol y el control positivo ampicilina. Se leyó la absorbancia en un lector VICTOR X3 Perkin Elmer 2030 Multilabel a 490 nm en el tiempo 0 y 24 h después de la inoculación. Las microplacas se incubaron a 37 °C. Las pruebas se evaluaron por triplicado. Los pozos que no presentaron crecimiento se resembraron en cajas Petri que contenían agar Müeller-Hinton para corroborar la ausencia de bacterias viables en ellos.

### Citotoxicidad

Se evaluó el efecto citopático de los extractos de *A. aculeata* de acuerdo con el método descrito por Kujungiev *et al.* (1999) y Mothana *et al.* (2010). Con este fin, las células de riñón canino Madin-Darby (MDCK) se sembraron en placas de 96 pozos con una densidad celular de  $1 \times 10^5$  células por pozo que fueron incubadas a 37 °C con 5% de CO<sub>2</sub> por 24 h. Se hicieron diluciones seriadas de cada extracto de *A. aculeata* a concentraciones de 250 hasta 15.625  $\mu$ g de equivalentes de ácido gálico·mL<sup>-1</sup>, en medio Eagle modificado Dulbecco (DMEM) (InvitroGen); después de lavar las células 2 veces con una solución amortiguadora de fosfatos (PBS), se agregó a cada pozo 120  $\mu$ L de la dilución correspondiente y se incubaron por 72 h a 37 °C con 5% de CO<sub>2</sub>. Estas pruebas se realizaron por cuadruplicado y también se incluyó un control celular, que solo contenía DMEM. Después de 72 h de incubación, las células se lavaron dos veces con PBS y posteriormente se tiñeron con 50  $\mu$ L de una solución de cristal violeta al 0.4% en metanol durante 30 min (Smee *et al.*,

2002). La viabilidad celular se determinó comparando la densidad óptica (OD) de las células en un lector VICTOR X3 Perkin Elmer 2030 Multilabel a 490 nm en presencia de las diferentes concentraciones de extracto, considerando a las células control como el 100% de células viables.

$$\% \text{viabilidad celular} = \left[ \frac{\text{DO células con muestra}}{\text{DO control de células}} \right] \times 100$$

La citotoxicidad celular media (CC<sub>50</sub>) se determinó graficando la concentración de fenoles totales ( $\mu$ g·mL<sup>-1</sup>) evaluadas para cada muestra frente a la viabilidad celular expresada en porcentaje (%) a través de un análisis de regresión exponencial.

### Análisis estadístico

Los resultados se evaluaron estadísticamente con el programa Statgraphics Centurion XVI, mediante un análisis de varianza simple aplicando una prueba de comparación de medias de Tukey con  $\alpha=0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis fitoquímico

El tamizaje fitoquímico de los extractos metanólicos de *A. aculeata* reveló la presencia de diferentes clases de compuestos químicos, tales como: flavonoides, cumarinas, antraquinonas, saponinas y taninos, excepto antroanas (Cuadro 1). El extracto de hojas adultas (HA) mostró mayor abundancia de flavonoides, antraquinonas y saponinas, mientras que los extractos de palma *in vitro* (HI, TI y RI), tuvieron poca presencia de flavonoides y saponinas y nula presencia de taninos. La presencia de flavonoides se observó en todos los extractos, mientras que taninos sólo se identificaron en los extractos de palma adulta.

Los valores del contenido de flavonas y flavonoles, flavonoides totales y fenoles totales presentaron diferencias estadísticas significativas siendo mayor en los extractos metanólicos de palma adulta (HA, TA y RA), principalmente en hojas (Cuadro 2). En los extractos de palma *in vitro* (HI, TI y RI), se determinó un bajo contenido de fenoles totales, alrededor del 50% de éste correspondió a flavonoides.

### Actividad antibacteriana

Los extractos de *A. aculeata* adulta presentaron actividad antibacteriana sobre las cepas Gram+ evaluadas (Cuadro 3). El análisis de los halos de inhibición indicó que

**Cuadro 1.** Identificación cualitativa de componentes fitoquímicos de extractos metanólicos de *Acrocomia aculeata*.

Extracto metanólico	Metabolitos secundarios					
	Flavonoides	Cumarinas	Antronas	Antraquinonas	Saponinas	Taninos
HA	+++	-	-	+++	+++	+
TA	++	++	-	-	-	+++
RA	++	++	-	-	-	+
HI	+	++	-	++	+	-
TI	+	++	-	+	+	-
RI	+	-	-	+	+	-

Presencia y abundancia cualitativa de los componentes fitoquímicos: muy abundante (+++), moderado (++), poco (+), no disponible (-), según lo reportado por Kamatenesi-Mugisha et al. (2013). H: hoja, T: tallo; R: raíz, A: adulto, I: *in vitro*.

**Cuadro 2.** Cuantificación de metabolitos secundarios en extractos metanólicos de *A. aculeata*.

Extracto metanólico	Metabolitos Secundarios		
	Flavonas y flavonoles	Flavonoides totales	Fenoles totales
HA	1911.67±35.20 a	8593.33±284.86 a	10712.38±136.69 a
TA	965.83±28.35 b	7126.67±346.36 b	7455.24±176.64 b
RA	438.65±25.77 cd	3793.33±201.23 c	3902.86±252.34 c
HI	432.5±21.60 cd	1393.33±96.36 e	3502.86±163.30 cd
TI	504.17±67.12 c	1793.34±104.28 d	3350.48±188.56 de
RI	220.83±42.81 e	1704.28±169.97 d	3226.67±58.71 e

Valores expresados en microgramos (equivalentes de quercetina, rutina y ácido gálico según corresponda) por mililitro ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ). Promedios de seis repeticiones seguido por al menos una misma letra no son significativamente diferentes en  $P \leq 0,05$ , prueba de Tukey. H: hoja, T: tallo; R: raíz, A: adulto, I: *in vitro*.

**Cuadro 3.** Actividad antibacteriana de extractos metanólicos de *A. aculeata* usando el método de difusión en pozo.

Extracto metanólico	Halos de inhibición (mm)			
	Bacterias Gram+			Bacteria Gram-
	<i>S. aureus</i>	<i>S. epidermidis</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>
HA	14.57±0.25 <sup>b</sup>	18.37±0.58 <sup>a</sup>	13.07±0.87 <sup>c</sup>	--
TA	13.50±0.19 <sup>c</sup>	14.63±0.05 <sup>b</sup>	15.00±0.24 <sup>b</sup>	--
RA	13.23±0.31 <sup>c</sup>	14.53±0.21 <sup>b</sup>	11.80±0.24 <sup>d</sup>	--

Promedios de seis repeticiones seguido por al menos una misma letra no son significativamente diferentes en  $P \leq 0,05$ , prueba de Tukey. H: hoja, T: tallo; R: raíz, A: adulto, I: *in vitro*.

hay diferencia estadística significativa, siendo el extracto de hoja adulta (HA) el que mostró mayor efecto inhibitorio ante *S. epidermidis* observándose un halo de inhibición de  $18.37 \pm 0.58$  mm, mientras que para *B. subtilis* el diámetro del halo fue de  $13.07 \pm 0.87$  mm. No hubo diferencia estadística en el efecto de inhibición de los extractos de tallo y raíz de palma adulta (TA y RA) frente a las cepas del género *Staphylococcus*. La cepa menos sensible a la presencia de los extractos fue *S. aureus*, con halos de inhibición entre  $14.57 \pm 0.25$  y  $13.23 \pm 0.31$  mm. Chouna et al. (2009), indica que las bacterias Gram+ tienden a ser más susceptibles ya que su pared celular es menos compleja y carecen de una filtración efectiva

contra grandes moléculas y debido al tamaño de los poros en su envoltura celular son menos selectivas.

Los extractos de plántulas *in vitro* no presentaron actividad bactericida, debido a que las plántulas se mantuvieron aisladas del ataque de microorganismos por lo que los metabolitos secundarios producidos por parte de la planta no tienen la función específica de defensa ante un posible ataque de los mismos (bacterias).

La actividad bactericida positiva de los extractos de *A. aculeata* frente a las bacterias Gram+ se atribuye a la presencia de compuestos fenólicos principalmente

flavonoides y taninos. El esqueleto carbonado de los flavonoides puede tener diversas clases de sustituyentes que le permiten interactuar con las membranas de bacterias Gram+ y Gram-, los grupos hidroxilos y los azúcares aumentan la solubilidad de los flavonoides en agua, lo cual le brinda la capacidad de migrar a través del medio acuoso extracelular y formar complejos con proteínas que se encuentran en las membranas (Grange y Davey, 1990). Mientras que la presencia de otros sustituyentes como grupos metilésteres o unidades modificadas de isopentilo les brinda un carácter lipofílico (hidrofóbico), con lo que es posible explicar la nula sensibilidad de la bacteria *E. coli* una cepa Gram-, cuya membrana está compuesta principalmente de lipopolisacáridos, que forman una barrera de permeabilidad hidrofílica proporcionando efectos de protección contra compuestos hidrofóbicos. En el caso de los taninos, se ha reportado que actúan como antimicrobianos provocando la desnaturalización de las proteínas ya que reducen la tensión superficial y también actúan sobre los lípidos de la membrana, además tienen la capacidad para inactivar la adherencia de células microbianas e inhibir enzimas hidrolíticas (Murphy, 1999).

También se ha reportado que las catequinas (taninos no hidrolizables o condensados) parecen tener una mayor actividad frente a Gram+ que las bacterias Gram-, por lo cual se han presentado dos teorías al respecto, primero que este gru-

po de polifenoles afecta a la membrana bacteriana al perturbar la función de barrera debido a que atacan directamente a la bicapa de lípidos al penetrarlas. Alternativamente, las catequinas pueden causar la fusión de la membrana, un proceso que resulta en la fuga de los materiales y agregación intramembranal (Ikigai et al., 1993).

### Concentración mínima inhibitoria (CMI)

El crecimiento bacteriano fue interrumpido en un lapso de 24 horas, donde se determinó que la CMI de

de 0.125 mg equivalentes de ácido gálico·mL<sup>-1</sup>. Esta concentración también fue la mínima inhibitoria de todos los extractos evaluados frente a la cepa *Staphylococcus epidermidis* (Figura 1).

Las tres cepas evaluadas mostraron ser muy sensibles a los compuestos presentes en los extractos de palma adulta de *A. aculeata* según lo reportado por Avellaneda et al. (2005), debido a que la CMI fue inferior a 12.5 mg·mL<sup>-1</sup>.

### Citotoxicidad

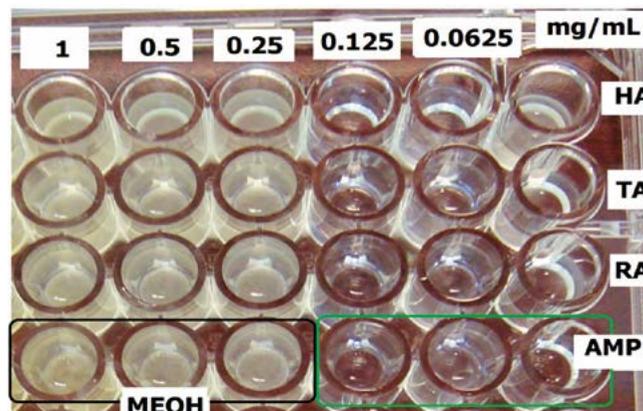
Con el propósito de detectar efectos adversos de los compuestos presentes en los extractos de *A. aculeata* de palma adulta e *in vitro*, para la supervivencia, proliferación y función celular, se realizó el bioensayo de citotoxicidad sobre la línea MDCK, la prueba demostró que a medida que se incrementa la concentración del extracto, se afecta la viabilidad celular. Después de 72 h de incubación se determinó que la concen-

tración citotóxica media (CC<sub>50</sub>) para los extractos de palma *in vitro* y de raíz adulta es por debajo de 250 µg equivalentes de ácido gálico·mL<sup>-1</sup>, lo que evidencia su carácter tóxico en las células (Cuadro 4).

No fue posible determinar la CC<sub>50</sub> para los extractos de tallo y hoja adulta debido a que estos afectaron al 100% de las células aplicando la mínima concentración evaluada que correspondió a 15.625 µg equivalentes de ácido gálico mL<sup>-1</sup>.

### CONCLUSIONES

Los extractos de hojas, tallo y



**Figura 1.** Concentración mínima inhibitoria de los extractos de *A. aculeata* frente a *S. epidermidis*. R=raíz, H=hoja, T=tallo, A=adulto, AMP=ampicilina, MEOH=metanol.

los extractos de tallo y raíz de *A. aculeata* adulta frente a las cepas *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis* fue de 0.25 mg equivalentes de ácido gálico·mL<sup>-1</sup>, mientras que con el extracto de hoja la CMI fue

**Cuadro 4.** Evaluación del efecto citopático en células MDCK de los extractos metanólicos de *A. aculeata* después de 72 h de incubación.

Extracto metanólico	CC <sub>50</sub> (µg mL <sup>-1</sup> )
RA	125
HI	62.5
TI	62.5
RI	31.25

CC<sub>50</sub>: concentración que provocó la reducción de células viables en un 50%.

R=raíz, H=hoja, T=tallo, A=adulto, I=*in vitro*.

raíz de la palma de coyol (*Acrocomia aculeata*) poseen fitoquímicos con potencial biológico principalmente compuestos fenólicos (flavonoides, cumarinas, taninos y antraquinonas). Los extractos de plantas de esta de edad adulta mostraron actividad bactericida frente a cepas Gram+ principalmente sobre *S. epidermidis* y carecen de tal efecto con cepas Gram-. Los compuestos fenólicos presentes en los extractos obtenidos de plántulas *in vitro* son menos tóxicos que los de palma adulta, pero no mostraron actividad antibacteriana.

## LITERATURA CITADA

- Andreescu S., Hepel M., Sen S., Chakraborty R. 2011. Oxidative Stress: Diagnostics, Prevention, and Therapy, American Chemical Society, Washington, D. C., USA.
- Avellaneda S., Rojas N., Cuéllar A., Fonseca R. 2005. Actividad antibacteriana de *Diphyssa minutifolia* Rose. Revista Cubana de Plantas Medicinales 10(2): 42-47.
- Berton L.H.C., Azevedo Filho J.A., Siqueira W.J., Colombo C.A. 2013. Seed germination and estimates of genetic parameters of promising macaw palm (*Acrocomia aculeata*) progenies for biofuel production. Industrial Crops and Products 51: 258-266.
- Chang C.C., Yang M.H., Wen H.M., Chern J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods, Journal of Food and Drug Analysis 10: 178-182.
- Chouna J.R., Nkeng-Efouet P.A., Lenta B.N., Devkota K.P., Neumann B., Stammler H.G. 2009. Antibacterial endiandric acid derivatives from *Beilschmiedia anacardioides*. Phytochemistry 70(5): 684-688.
- Ciconini G., Favaro S.P., Roscoe R, Miranda C.H.B., Tapeti C.F., Miyahira M.A.M., Bearari L., Galvani F., Borsato A.V., Colnago L.A. 2013. Biometry and oil contents of *Acrocomia aculeata* fruits from the Cerrados and Pantanal biomes in Mato Grosso do Sul, Brazil. Industrial Crops and Products 45: 208-214.
- Coser S.M., Motoike S.Y., Corrêa T.R., Pires T.P., Resende M.D.V. 2016. Breeding of *Acrocomia aculeata* using genetic diversity parameters and correlations to select accessions based on vegetative, phenological, and reproductive characteristics. Genetics and Molecular Research 15(4): gmr15048820
- FAO (2007). Ecocrop. Data sheet. *Acrocomia aculeata*. Retrieved from <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/dataSheet?id=2783>. (Consultado el 12 de marzo de 2018).
- Galotta A.L.Q.A., Boaventura M.A.D. 2005. Constituintes químicos da raíz e do talo da folha do açai (*Euterpe precatoria* MART. Arecaceae). Química Nova 28(4): 610-613.
- Grange J., Davey R. 1990. Antibacterial properties of propolis (bee glue). Journal of the Royal Society of Medicine 83(3):159-60.
- Harborne J.B., Williams C.A. 2000. Advances in flavonoid research since 1992. Phytochemistry. 55: 481-504.
- Henderson A., Galeano G., Bernal R. 1995. Field Guide to the Palms of the Americas. Princeton University Press, New Jersey.
- Henry Y., Vain P., De Buyser J. 1994. Genetic analysis of *in vitro* plant tissue culture responses and regeneration capacities. Euphytica 79: 45-58.
- Ikgai H., Nakae T., Hara Y., Shimamura T. 1993. Bactericidal catechins damage the lipid bilayer. Biochimica et Biophysica Acta 1147: 132-136.
- Kamatenesi-Mugisha M., Buyungo J.P., Ogwal P., Kasibante A., Deng A.L., Ogendo J.O., Mihale M.J. 2013. Oral acute toxicity study of selected botanical pesticide plants used by subsistence farmers around the Lake Victoria Basin. African Journal of Environmental Science and Technology 7(3): 93-101.
- Kujumgiev A., Tsvetkova I., Serkedjieva Y., Bankova V., Christov R., Popov S. 1999. Antibacterial, antifungal and antiviral activity of propolis of different geographic origin. Journal of Ethnopharmacology 64: 235-240.
- Lanes E.C., Motoike S.Y., Kuki K.N., Nick C., Freitas R.D. 2015. Molecular characterization and population structure of the macaw palm, *Acrocomia aculeata* (Arecaceae), *ex situ* germplasm collection using microsatellites markers. Journal of Heredity 106: 102-112.
- Lanes E.C.M., Motoike S.Y., Kuki K.N., Resende M.D.V., Caixeta E.T. 2016. Mating system and genetic composition of the macaw palm (*Acrocomia aculeata*): implications for breeding and genetic conservation programs. Journal of Heredity 107: 527-536.
- Lima E.B.C., Sousa C.N.S., Meneses L.N., Ximenes N.C., Ximenes N.C., Santos Jr. M.A., Vasconcelos G.S., Lima N.B.C., Patrocínio M.C.A., Macedo D., Vasconcelos S.M.M. 2015. *Cocos nucifera* (L.) (Arecaceae): a phytochemical and pharmacological review. Brazilian Journal of Medical and Biological Research 48(11): 953-964.
- Machado W., Figueiredo A., Guimarães M.F. 2016. Initial development of seedlings of macauba palm (*Acrocomia aculeata*). Industrial Crops and Products 87: 14-19.
- Manfio C.E., Motoike S.Y., Resende M.D.V., Santos C.E.M., Sato A.Y. 2012. Avaliação de progênies de *A. aculeata* na fase juvenil e estimativas de parâmetros genéticos e diversidade genética. Pesquisa Florestal Brasileira 32: 63-68.
- Mothana R.A.A., Abdo S.A.A., Hasson S., Althawab F.M.N., Alaghbari S.A.Z., Lindequist U. 2010. Antimicrobial, antioxidant and cytotoxic activities and phytochemical screening of some yemeni medicinal plants. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine 7(3): 323-330.
- Montoya S.G., Motoike S.Y., Kuki K.N., Couto A.D. 2016. Fruit development, growth, and stored reserves in macauba palm (*Acrocomia aculeata*), an alternative bioenergy crop. Planta 244: 927-938.
- Moura E.F., Motoike S.Y., Ventrella M.C., Sá A.Q., Carvalho J.M. 2009. Somatic embryogenesis in macaw palm (*Acrocomia aculeata*) from zygotic embryos. Scientia Horticulturae 119(4): 447-454.
- Murashige T., Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Plant Physiology. 15: 473-479.
- Murphy C.M. 1999. Plant Products as Antimicrobial Agents. Clinical Microbiology Reviews 12: 564-582.
- Oliveira A.I.T., Mahmoud T.S., Nascimento G.N.L., Silva J.F.M., Pimenta R.S., Morais P.B. 2016. Chemical composition and antimicrobial potential of palm leaf extracts from babaçu (*Attalea speciosa*), buriti (*Mauritia flexuosa*), and macaúba (*Acrocomia aculeata*). The Scientific World Journal Article ID 9734181,
- Padilha J.H.D., Ribas L.L.F., Amano É., Quoirin M. 2015. Somatic embryogenesis in *Acrocomia aculeata* Jacq. (Lodd.) ex Mart

- using the thin cell layer technique. *Acta Botanica Brasílica* 29: 516-523.
- Parejo A., Viladomat F., Bastida J., Rosas-Romero A., Flerlage N., Burillo J., Codina C. 2002. Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled mediterranean herbs and aromatic plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 6882-6890.
- Pérez S.G., Perez-Gutierrez R.M., Perez G., Zavala C.S., Vargas R. 1997. Coyolosa: a new hypoglycemic from *Acrocomia mexicana*. *Pharmaceutica Acta Helvetiae* 72: 105-111.
- Pires T.P., dos Santos Souza E., Kuki K.N., Motoike S.Y. 2013. Ecophysiological traits of the macaw palm: a contribution towards the domestication of a novel oil crop. *Industrial Crops and Products* 44: 200-210.
- Robertson A., Hall M.N. 1989. A critical investigation into the flavonost Method for Thea flavin Analysis in Black Tea. *Food Chemistry* 34: 57-70.
- Silva B.P., Silva G.M., Parente J.P. 2009. Chemical properties and adjuvant activity of a galactoglucomannan from *Acrocomia aculeata*. *Carbohydrate Polymers* 75: 380-384.
- Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent, *Methods in Enzymology*. 299:152-178.
- Smee D.F., Morrison A.C., Barnard D.L., Sidwell R.W. 2002. Comparison of colorimetric, fluorometric, and visual methods for determining anti-influenza (H1N1 and H3N2) virus activities and toxicities of compounds. *Journal of Virological Methods* 106:71-79.
- Wagner H., Bladt S., Zgainsk E.M. 1996. *Plant Drug Analysis. A Thin Layer Chromatography*. Springer-Verlag, Berlin.
- Zanderluce-Gomes L., Scherwinski-Pereira E.J. 2014. An improved protocol for somatic embryogenesis and plant regeneration in macaw palm (*Acrocomia aculeata*) from mature zygotic embryos. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 118: 485-496.



# ÁREA FOLIAR Y EFICIENCIA EN EL USO DE LA RADIACIÓN DEL CIRUELO JAPONÉS (*Prunus salicina*) DURANTE UN CICLO FENOLÓGICO

## FOLIAR AREA AND EFFICIENCY IN THE USE OF THE RADIATION OF THE JAPANESE PLUM (*Prunus salicina*) DURING A PHENOLOGICAL CYCLE

González-Pérez, J.S.<sup>1,2</sup>; Becerril-Román, A.E.<sup>1\*</sup>; Quevedo-Nolasco, A.<sup>1</sup>; Velasco-Cruz, C.<sup>1</sup>; Jaén-Contreras, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>COLPOS, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. <sup>2</sup>INIFAP, C.E. Sierra de Chihuahua. Hidalgo #1213, Centro, Cd. Cuauhtémoc.

\*Autor para correspondencia: becerril@colpos.mx

### ABSTRACT

**Aim:** To know the evolution of Leaf Area (LA) and Radiation Use Efficiency (RUE) during the phenology of the Japanese plum cv. Methley.

**Design/methodology/approach:** Twenty healthy and well managed trees were chose through quota sampling. The dates of beginning and end of the phenological phases were determined. Statistical correlations were determined between LA, Intercepted Photosynthetically Active Radiation (iPAR) and phenological phases, which implied a logical relationship between variables and a bivariate distribution. The degree and type of association between variables was analyzed through Spearman correlation coefficients using the SAS | CORR procedure (SAS\_studio University Version 2016 for Windows). With the same package and statistical version, the RUE was determined, through linear regression.

**Results:** LA increased during fruit growth; simultaneously, the radical accumulation increased. The highest LA occurred during the second stage of fruit growth and physiological maturity. There was a significant positive correlation of LA with iPAR and vegetative and fruit growth. RUE kept going while the growth of diverse organs took place, even during foliar abscission.

**Study limitations/implications:** It would be advisable to carry out this study in several phenological cycles and with several genotypes of this species.

**Findings/conclusions:** The highest LA occurred during the second phase of fruit growth. The LA and RUE varied along phenological phases of Japanese plum cv. Methley; when fruit growth happened, both variables were higher.

**Keywords:** *Prunus salicina*, *Prunus cerasifera*, Spearman, dry matter.



## RESUMEN

**Objetivo:** Conocer la evolución del Área Foliar (AF) y Eficiencia en el Uso de la Radiación (EUR) durante la fenología del ciruelo japonés cv. Methley.

**Diseño/metodología/aproximación:** A través de un muestreo por cuotas fueron seleccionados veinte árboles sanos e íntegros. Se determinaron las fechas de inicio y fin de las fases fenológicas. Se realizaron correlaciones estadísticas entre AF, Radiación Fotosintéticamente Activa interceptada (RFAi) y fases fenológicas, que supusieron una relación lógica entre variables y una distribución bivariada. El grado y tipo de asociación entre variables, se analizó a través de coeficientes de correlación de Spearman, mediante el procedimiento SAS | CORR (SAS\_ studio University Version 2016 para Windows). Con el mismo paquete y versión estadística, fue determinada la EUR, a través de regresión lineal.

**Resultados:** El AF incrementó durante el crecimiento y desarrollo de frutos; simultáneamente, aumentó la acumulación radical. La mayor AF sucedió durante la segunda etapa del crecimiento de frutos y madurez fisiológica. Existió correlación positiva significativa del AF con la RFAi y el crecimiento vegetativo y de frutos. La EUR se mantuvo durante el crecimiento de diversos órganos, incluso durante abscisión foliar.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Sería recomendable realizar este estudio en varios ciclos fenológicos y con varios genotipos de esta especie.

**Hallazgos/conclusiones:** El AF más grande ocurrió durante la segunda fase del crecimiento de frutos. El AF y la EUR en el ciruelo japonés cv. Methley, varían a lo largo de las fases fenológicas, siendo afectadas especialmente por el crecimiento y desarrollo de frutos.

**Palabras clave:** *Prunus salicina*, *Prunus cerasifera*, Spearman, materia seca.

(Warnock, *et. al.*, 2006). Sin embargo, diferentes cultivares pueden exhibir variaciones significativas en su capacidad de AF potencial y arreglo foliar espacial y, consecuentemente, variaciones en su fenología, fisiología (Boote *et. al.*, 2001) y actividad fotosintética de las hojas, la cual, no es constante (Fishler, *et. al.*, 1983), pues depende de la utilización de la radiación solar a nivel de cultivo (Cárcova, *et. al.*, 2003) y afecta el crecimiento y rendimiento (Monteith, 1977) a través de la EUR, que es la pendiente de la relación lineal entre la RFAi y Materia Seca (MS) sintetizada, y está determinada por el potencial genético y manejo agronómico del cultivo (Contreras, *et. al.*, 2012).

El objetivo de esta investigación fue conocer la evolución del AF y la EUR durante la fenología del ciruelo japonés cv. Methley, así como el grado de asociación existente entre el AF y RFAi, hipotetizando un AF creciente y constante durante la expresión de fenología de la planta, y mayor EUR durante fases fenológicas simultáneas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio experimental y material vegetal.

La investigación se realizó de junio de 2015 a septiembre de 2016, en el Colegio de Postgraduados (19° 29' LN, 98° 54' LO, altitud de 2252 m). Clima semiseco templado con verano cálido, temperatura media anual de 15.2°C, precipitaciones distribuidas a lo largo de todo el año (verano lluvioso; media anual 590 mm; porcentaje de lluvias invernales menores al 5% respecto al total anual), poca oscilación térmica y marcha anual de la temperatura tipo Ganges (García, 1988). El suelo es migajón-arenoso, 1.95% de materia orgánica y pH=6.68.

## INTRODUCCIÓN

En un ciclo fenológico, las hojas de árboles frutales necesitan reservas del árbol durante las primeras semanas de su desarrollo, porque no elaboran lo que demandan; posteriormente, son la fuente de abastecimiento de nutrimentos (Ramírez, 1991); en estado de desarrollo avanzado, la decadencia fisiológica de las hojas afecta procesos fisiológicos generales (Horsley y Gottschalk, 1993; Chaumont *et. al.*, 1994). Es decir, la edad y estado de desarrollo foliar son importantes en procesos fisiológicos (Horsley y Gottschalk, 1993; Chaumont *et. al.*, 1994) que operan bajo condiciones ambientales cambiantes, dan como resultado fases fenológicas (Gu *et. al.*, 2003) y revelan conocimiento de procesos subyacentes de cambios de masa y energía entre las plantas y su ambiente (Fitzjarrald *et. al.* 2001; Schwartz y Crawford, 2001).

El Área Foliar (AF) es la característica que define la capacidad vegetal para interceptar la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFAi), así como un factor indispensable para cubrir demandas fotosintéticas que el resto de los órganos vegetales ejercen en ciertos estados de desarrollo para crecer y desarrollar

Se realizó el estudio en un huerto de ciruelo japonés cv. Methley injertado sobre ciruelo mirobolano, de 4 años de edad (año de primera producción uniforme de frutos; media de 14.55 kg árbol<sup>-1</sup>), plantados en marco real (4×4 m) y formación Tatura; se realiza el retiro de hijuelos con tijeras de podar y deshierbes con desbrozadora de hilo plástico o de cuchilla metálica, riego por goteo (16 L h<sup>-1</sup>), con coberteras orgánicas y enclado de troncos al inicio del endoletargo.

### Tratamientos y diseño experimental.

Se realizaron correlaciones estadísticas de variables fisiológicas con fases fenológicas, que supusieron una relación lógica entre variables y una distribución bivariada, para determinar la medida en que la variable fisiológica influye en los cambios de la variable fenológica y viceversa. A través de un muestreo por cuotas, fueron seleccionados veinte árboles con altura y anchura del dosel de 1.8 y 1.5 m, respectivamente, de notable sanidad, libres de síntomas visuales de trastornos nutricionales e estructura general íntegra.

### Variables respuesta

Fases fenológicas. A) Flujos vegetativos, semanalmente fue medido el crecimiento longitudinal de ramas acumulado a partir de nudos marcados, y se calcularon los porcentajes relativos de crecimiento (Rocha et al., 2011). B) Acumulación radical, se llevó a cabo mensualmente de acuerdo a una modificación de la metodología de Cossío et al. (2008). C) Floración, fueron seleccionadas cuatro ramas primarias (posicionadas cada una en un punto cardinal) con sus respectivas ramas sucesivas, se contó el número total de botones florales (100% de flores) y se determinó inicio, plena y fin de floración (Bellini y Bini, 1978). D) Crecimiento y desarrollo de frutos, en siete pericarpios de cada árbol se midió el diámetro polar y ecuatorial, ambos fueron promediados para obtener el porcentaje relativo acumulado y la dinámica de crecimiento (Rocha et al., 2011). E) Madurez fisiológica, fue determinada cuando los frutos en los que se obtuvo la dinámica de crecimiento dejaron de crecer, y continuaron su ontogenia a madurez de cosecha (Watada et al., 1984), fase determinada visualmente con base en el color del epicarpio (índice de cosecha a nivel de campo). F) Abscisión foliar, inició el día del desprendimiento de hojas basales de cada árbol, y finalizó el día de la abscisión de la hoja apical más distal al cuello de los árboles. G) Ecoletargo, inició un día después del fin de abscisión foliar, y finalizó un día antes del inicio de la acumulación de Unidades Frío.

Área foliar (AF). Desde que las hojas eran maduras (Taiz y Zeiger, 2006) hasta amarillamiento foliar provocado por el flujo reverso, semanalmente se midió el área de veinte hojas de cada árbol con un integrador (LI-COR, Inc.<sup>®</sup>, modelo LI-3100, USA).

Peso Específico de Hoja (PEH). Las hojas se secaron a 70 °C por 72 h en una estufa de aire forzado marca Napco (modelo 620, EUA) y se obtuvo el peso seco de las hojas con una balanza digital marca Aslep<sup>®</sup> (modelo EY-2200<sup>a</sup>, Japón), para calcular el PEH=peso seco (mg) / área foliar (cm<sup>2</sup>).

Radiación Fotosintéticamente Activa Interceptada (RFAi). De acuerdo con la metodología de Gallo y Daughtry (1986), se colocó un rastreador de clima WatchDog<sup>®</sup> (modelo 305, Spectrum Technologies Inc, EUA) sobre el dosel de ambas palmetas del sistema de conducción "Tatura" de los árboles seleccionados para obtener la radiación incidente (*I<sub>o</sub>*), y, debajo del dosel para obtener la radiación transmitida (*I<sub>t</sub>*). Las lecturas fueron multiplicadas por el factor .48 para transformarlos a radiación fotosintéticamente activa (Birch et al., 1999). El porcentaje de radiación interceptada (*RI*) se calculó con la siguiente ecuación  $RI = [(I_o - I_t / I_o)100]$ ; y, el porcentaje de interceptación diario se obtuvo mediante la interpolación lineal entre dos mediciones. Las Unidades de Medición consideradas fueron micromoles ( $\mu M$ ).

Eficiencia en el Uso de la Radiación. Con datos de PEH y RFAi, se desarrolló un modelo de regresión lineal simple entre ambas variables, cuya pendiente representó la EUR (Sinclair y Muchow, 1999), que fue expresada en g de Materia Seca (MS) sintetizados por  $\mu M$  de fotones de RFAi, es decir, gMS  $\mu M^{-1}$ .

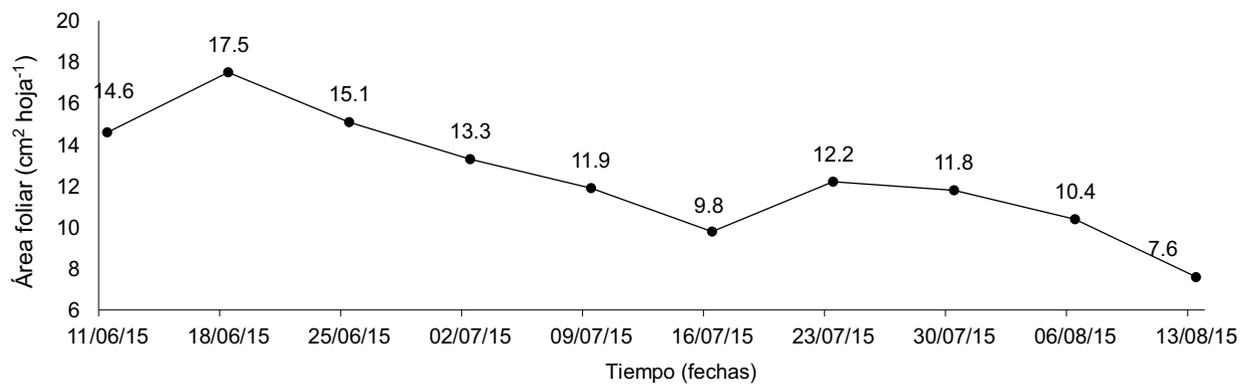
### Análisis estadístico

Fue analizado el grado y tipo de asociación existente entre variables fisiológicas y fases fenológicas a través de coeficientes de correlación de Spearman mediante el procedimiento SAS | CORR (SAS\_studio University Version 2016 para Windows). Con el mismo paquete y versión estadística, fue determinada la EUR a través de regresión lineal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Área foliar

En 2015, la disminución del AF (Figura 1) fue determinada por la edad de las hojas al término de su tiempo de vida, que coincidió con la disminución del crecimiento



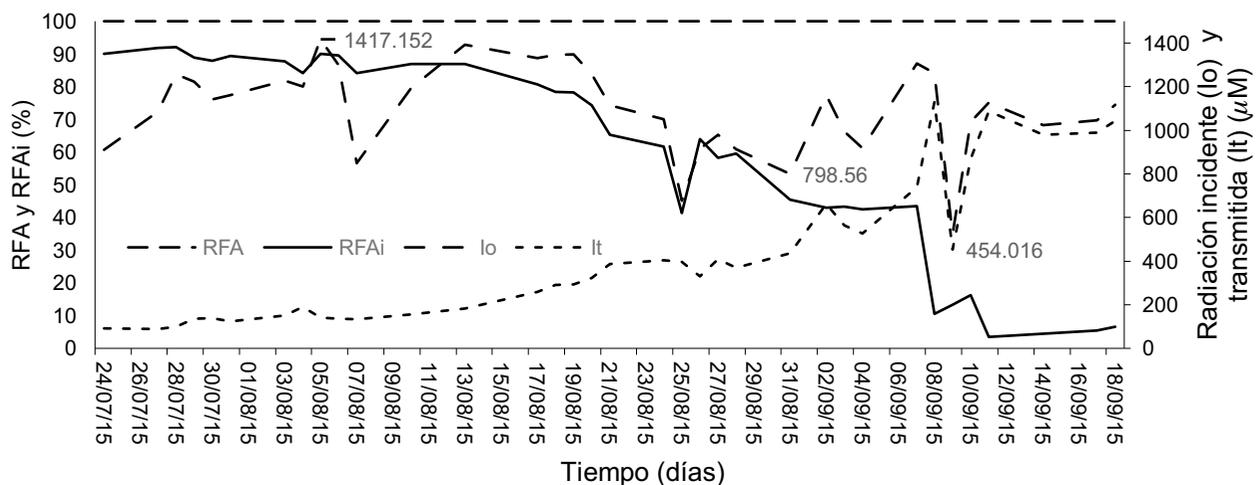
**Figura 1.** Evolución del área foliar de árboles de ciruelo japonés del 11 de junio al 13 de agosto de 2015, en Texcoco, Estado de México, México.

de los flujos vegetativos (2/07/15), y provocó el descenso de RFAi al punto en que la cantidad de lo fue equivalente a *It*, el 8/09/15 (Figura 2), situación que tuvo implícita una correlación de Spearman = -1\*\*, entre la disminución de la tasa de crecimiento de los flujos vegetativos y la RFAi; el avanzado estado de desarrollo foliar, provocó la decadencia de la fisiología foliar y afectó procesos fisiológicos generales en los árboles (Horsley y Gottschalk, 1993; Chaumont *et. al.*, 1994), permitiendo el inicio del flujo reverso, con la consecuente disminución del crecimiento vegetal epigeo previo al inicio del ecoletargo (21/09/2016), tiempo en que el sistema radical comenzó su mayor acumulación.

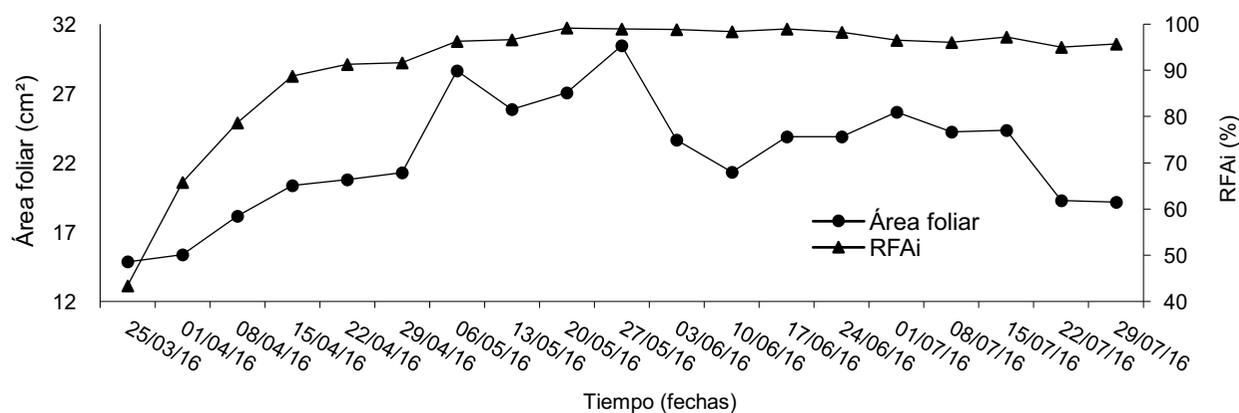
En el ciclo fenológico 2016, las hojas necesitaron reservas del árbol durante las primeras semanas de su desarrollo, porque no elaboraban las sustancias que demandaban (Ramírez, 1991), pero siendo hojas maduras desde el 25 de marzo (Figura 3), se convirtieron en fuente de nutrimentos (Ramírez, 1991) e inició su crecimiento significativo, tiempo en que había sucedido la floración y desde siete días antes había comenzado el crecimiento de frutos. Lo anterior corrobora la total dependencia que el crecimiento foliar temprano y la floración tienen de las reservas nutrimentales y nitrógeno almacenados en órganos perennes (Millard y Proe 1991; Neilsen *et. al.*, 1997), así como, la parcial depen-

dencia que el inicio del crecimiento de frutos tiene de tales reservas, y no de la fotosíntesis de las hojas en crecimiento, durante el mismo ciclo fenológico.

En abril de 2016, mientras crecían las hojas maduras, ocurrió la etapa uno y el inicio de la etapa dos del crecimiento y desarrollo de frutos, a la par del crecimiento de flujos vegetativos; asimismo, la acumulación de raíces de crecimiento y nutrición aumentó, y la acumulación de raíces intermedias y conductoras disminuyó; posiblemente, existe una coordinación de crecimiento entre el primer tipo de raíces con el crecimiento foliar en la realización simultánea de absorción de nutrimentos



**Figura 2.** Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) e interceptada (RFAi) del 24 de julio al 18 de septiembre 2015 en un huerto de ciruelo japonés en Texcoco, Estado de México, México.



**Figura 3.** Correlación temporal entre AF y RFAi en 2016 en árboles de ciruelo japonés en Texcoco, Estado de México, México (Spearman=0.76 \*).

y fotosíntesis, respectivamente, y la detención de la acumulación del segundo grupo de raíces puede estar relacionado con la ontogenia de las mismas.

En este contexto, se sabe que el AF alcanzada durante ciertos estadios específicos del desarrollo, es un factor fisiológico importante para cubrir demandas fotosintéticas que los órganos vegetales ejercen para lograr crecer y desarrollar (Warnock, et. al., 2006). El hecho de que la mayor AF haya ocurrido durante la última parte de la segunda etapa del crecimiento y desarrollo de frutos e inicio de la madurez fisiológica (6 y 27 de mayo, respectivamente), implica una relación de las hojas como factor determinante del crecimiento frutos por su actividad fotosintética (Fishler et. al., 1983). El AF disminuyó durante la madurez fisiológica y de cosecha de frutos; posteriormente, se mantuvo constante durante la continuación del crecimiento de flujos vegetativos, lo cual, fue importante en cuanto a la intercepción de RFA (Warnock, et. al., 2006) y la generación de hojas nuevas, ya que, el crecimiento y desarrollo de los primordios foliares, así como la diferenciación de yemas axilares, se produce a medida que el meristemo apical progresa (Agustí, 2004), y los flujos vegetativos producen follaje (Salazar, 2010).

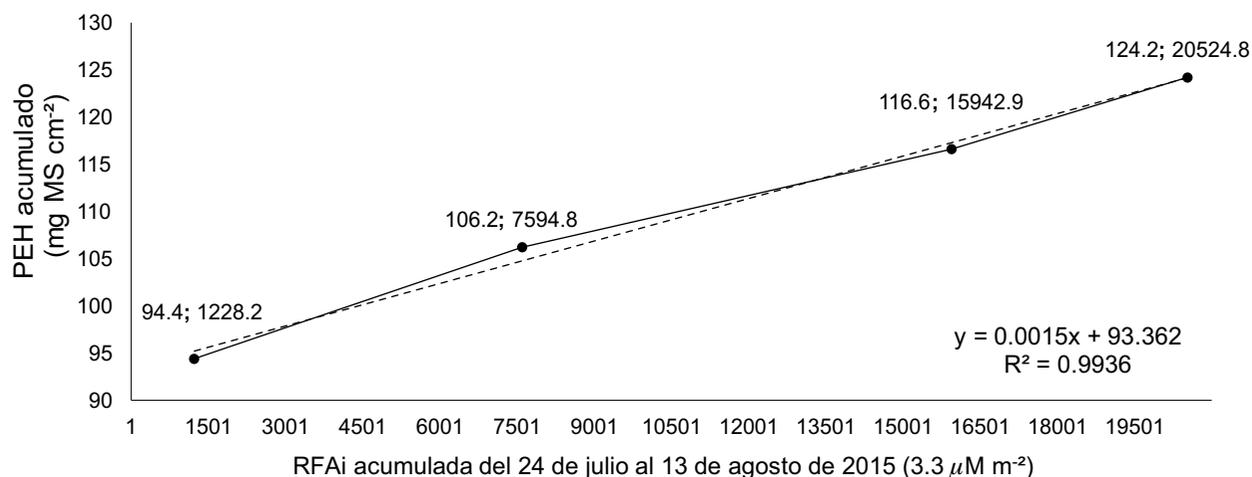
Aunque el cultivar exhibió variaciones de AF y consecuentemente de intercepción de radiación solar debido al arreglo espacial de las hojas, evolución de los estadios fenológicos y cambios fisiológicos y morfológicos por los que atraviesa la planta durante su ciclo ontogenético (Boote et. al., 2001), las hojas de los árboles de ciruelo propiciaron un correcto crecimiento de órganos y adecuada marcha de fases fenológicas. Existió un coeficiente de correlación de Spearman igual a 0.76\* (Figura 3), entre AF y RFAi, valor que coincide con la aseveración

de Warnock, et. al. (2006), que indica que el AF define la capacidad de la cubierta vegetal para interceptar la RFA, debido a la magnitud del AF alcanzable (Boote et. al., 2001). También existió una correlación significativa entre el AF y el crecimiento y desarrollo de frutos (Spearman=0.66\*), lo cual explica el hecho de que la superficie foliar alcanzada, durante ciertas fases del desarrollo, es un factor fisiológico indispensable para cubrir demandas fotosintéticas que órganos vegetales ejercen para lograr crecer y desarrollar (Warnock, et. al., 2006), así como, la implicación de una relación entre hojas y frutos, en la que múltiples relaciones, hacen del AF un factor determinante en la forma de los frutos (Fishler et. al., 1983) y rendimiento (Otegui et. al., 1995).

Por otra parte, el periodo completo de flujos vegetativos en 2016, tuvo una correlación no significativa (Spearman=0.42) con la RFAi; aunque la RFAi determina la cantidad de materia seca sintetizada, y su utilización propicia el crecimiento de órganos por medio de la generación de MS (Monteith, 1977), su uso durante varias fases fenológicas, implicó la constitución de diversos órganos, lo que pudo disminuir el grado de correlación.

### Eficiencia en el Uso de la Radiación

La RFAi en los 1.65 m<sup>2</sup>, que en promedio tiene cada palmeta Tatura, permitió a los árboles sintetizar materia seca foliar aún durante abscisión foliar; la relación entre PEH y RFAi, resultó ser lineal, cuya ecuación correspondió al modelo:  $y=0.0015x+93.362$ , en la que la pendiente aporta el valor de la EUR, por cada unidad de aumento de  $\mu$ moles de fotones incidentes sobre los árboles, la MS foliar aumentó 0.0015 mg (Figura 4). La existencia de EUR durante abscisión foliar se debió a la regulación de la senescencia a través de un proceso de reciclaje de

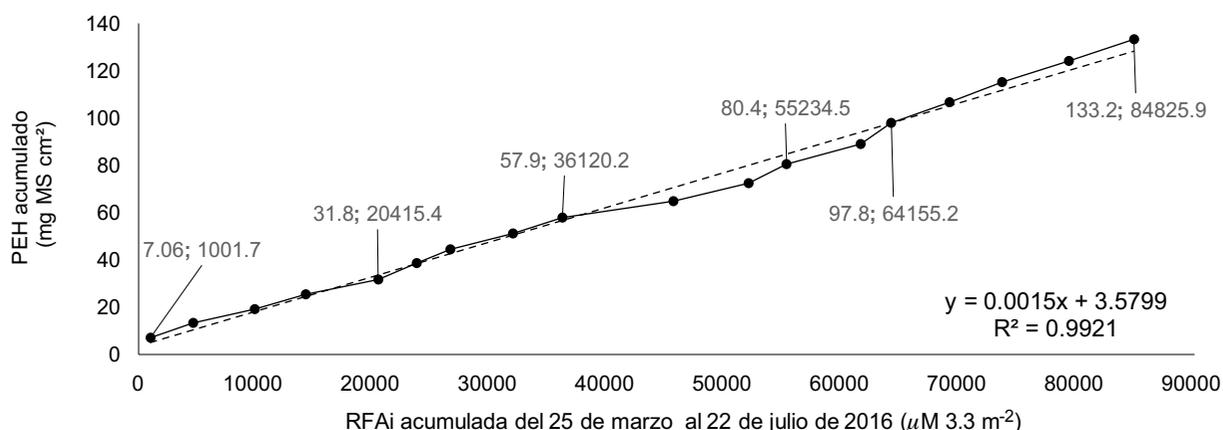


**Figura 4.** Valores reales (—) y estimados (- -) de la relación entre PEH (y) y RFAi (x), en ciruelo japonés cv. Methley injertado sobre ciruelo Mirobolano durante abscisión foliar del ciclo productivo 2015 en Texcoco, Estado de México (EUR=0.0015 mg MS μM<sup>-1</sup>) (los valores identificados en cada punto de la recta, identifican el valor de PEH y de RFAi, respectivamente).

los productos degradados hacia órganos de crecimiento activo, o bien, hacia órganos de reserva (Simón y Moysset, 2006), además de que la materia seca es el resultado de la intercepción y utilización de la RFAi por el dosel del cultivo durante su ciclo ontogénico (Lee y Tollenaar, 2007). El valor numérico de la regresión muestra que la RFAi por el cultivo fue transformada en biomasa foliar (Sinclair y Muchow, 1999) de manera constante, hecho importante, debido a que entre un 85 y 90% de la materia seca es fotosintetizada (Milthorpe y Moorby, 1982), y, en consecuencia, la intercepción y utilización de la radiación a nivel huerto influye en el rendimiento (Contreras et. al. 2012).

En el ciclo productivo 2016, del 25 de marzo (hojas maduras) al 22 de julio (un mes después del inicio de abscisión foliar), se mantuvo una EUR a razón de 0.0015 mg μM<sup>-1</sup> (Figura 5), lo que además de indicarnos niveles similares de EUR a través del ciclo, corrobora la importancia que la RFAi tiene como fuente de energía para procesos biológicos, de la cual dependen los árboles para elaborar carbohidratos mediante fotosíntesis (Taiz y Zeiger, 2002), durante los periodos de crecimiento y desarrollo vegetativo y reproductivo. Haber observado durante la mayor parte el ciclo productivo 2016, una EUR similar a

la observada durante la abscisión foliar en 2015, se explica con base en que del 25 de marzo al 22 de julio, sucedieron las subfases fenológicas plena y fin de floración, así como las fases fenológicas de crecimiento y desarrollo de frutos, crecimiento foliar y madurez de cosecha, que en conjunto representaron la demanda y competencia de fotoasimilados y determinaron la repartición de biomasa entre los diferentes órganos de las plantas, dependiente de la posición y distancia a las fuentes, de su capacidad para atraer, acumular y utilizar fotoasimilados (Taiz y Zeiger, 2006), lo que además evidencia el eficiente funcionamiento de las ho-

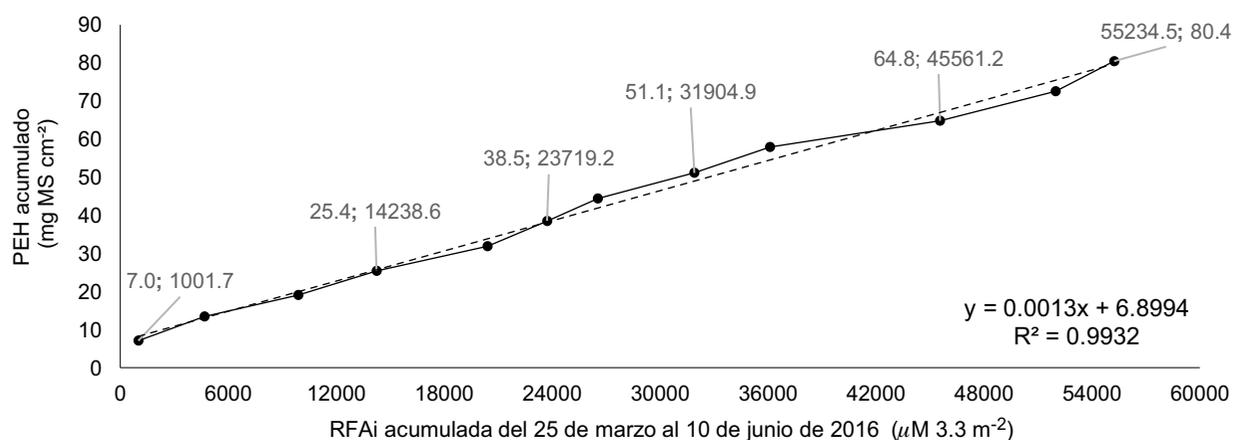


**Figura 5.** Valores reales (—) y estimados (- -) de la relación entre PEH (y) y RFAi (x), en ciruelo japonés cv. Methley injertado sobre ciruelo Mirobolano durante el crecimiento vegetativo y reproductivo 2016 en Texcoco, Estado de México (EUR=0.0015 mg MS μM<sup>-1</sup>). (los valores identificados en cada punto de la recta, identifican el valor de PEH y de RFAi, respectivamente).

jas durante su ciclo ontogénico, sustentado en niveles equivalentes de dosel.

Además de abastecer nutrientes a los órganos durante el ciclo fenológico, las hojas fueron capaces de seguir sintetizando MS semanalmente para el mantenimiento de su integridad y tamaño. Los 84825.936  $\mu\text{M}$  de fotones de RFAi acumulados durante el transcurso de fases fenológicas en 2016, realizaron efectos fotoenergéticos (involucran la fotosíntesis) y fotoestimulantes (relacionados con el crecimiento y los movimientos násticos) (Salisbury y Ross, 1994), que junto con la densidad de población, impactaron, tanto el desarrollo vegetativo y reproductivo, como el uso directo de los recursos que incluyeron los niveles de captura y utilización de la radiación solar, agua y nutrientes (Cárcova, et. al., 2003).

Por otra parte, la EUR durante el crecimiento y desarrollo de frutos (24 de marzo - 10 de junio de 2016, tiempo en que ocurrió el último día de plena floración, fin de floración, crecimiento de hojas y ramas, y acumulación radical), disminuyó en comparación con la EUR general observada durante el periodo de crecimiento vegetativo y reproductivo 2016, mostrando la dominancia de la demanda de fotosintatos por parte del desarrollo de frutos, sobre la demanda para desarrollo foliar, permitiendo reiterar, las diferencias que introducen las fases fenológicas; la Figura 6, muestra la EUR durante fructificación, producto de la complejidad y balance de las interacciones que ocurren entre hojas raíces, tallos, flores y frutos (Zmaski, 1996), aunado a que la duración de ciclos ontogénicos impacta la producción de MS vegetativa y de frutos (rendimiento) (Otegui et. al., 1995).



**Figura 6.** Valores reales (—) y estimados (- - -) de la relación entre PEH (y) y RFAi (x), en ciruelo japonés cv. Methley injertado sobre ciruelo Mirobolano durante el crecimiento y desarrollo de frutos en 2016 en Texcoco, Estado de México (EUR=0.0013 mg MS  $\mu\text{M}^{-1}$ ). (Los valores identificados en cada punto de la recta, identifican el valor de PEH y de RFAi, respectivamente).

## CONCLUSIONES

En 2015, la disminución del AF ocurrió desde antes del inicio de abscisión foliar y fue simultánea a la disminución del crecimiento de los flujos vegetativos, tiempo en que el sistema radical comenzó su máxima acumulación general; existió síntesis de materia seca, aún durante abscisión foliar, así como una correlación altamente significativa de Spearman= $-1$  entre la disminución de la tasa de crecimiento de flujos vegetativos y la RFAi.

En 2016, el crecimiento foliar comenzó a ser significativo a partir de la maduración de las hojas e iniciada la fructificación, tiempo en que la acumulación de raíces de crecimiento y nutrición aumentó y la de raíces intermedias y conductoras disminuyó. La mayor AF ocurrió a fines de la segunda etapa del crecimiento y desarrollo de frutos y al inicio de madurez fisiológica. Desde que las hojas eran maduras y hasta un mes después del inicio de la expansión de AF existió síntesis de materia seca foliar, fecha en que la AF se mantiene constante; la AF y la RFAi, así como la AF y el desarrollo de frutos, tuvieron correlaciones significativas de Spearman, de 0.76 y de 0.66, respectivamente.

La EUR observa un mayor valor durante la etapa de crecimiento vegetativo y reproductivo, en tanto, que el valor disminuye cuando ocurre el desarrollo de frutos.

## LITERATURA CITADA

- Agustí, M. 2004. Fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. pp. 33, 62-63, 280-281, 284-285.
- Bellini, E., Bini, G. 1978. La fertilità nelle piante da frutto. Consilio Nazionale Ricerdu. Regione Emilia-Romagna. Società Orticola Italian. Milano, Italian. pp. 403-422.

- Birch, C. J., Hammer, G. L., Rucker, K. G. 1999. Dry matter accumulation and distribution in five cultivars of maize (*Zea mays*): relationships and procedures for use in crop modeling. *Australian Journal of Agricultural Research*, 50:513-527.
- Boote, K., Kropff, M., Bindraban, P. 2001. Physiology and modeling of traits in crop plants: Implications for genetic improvement. *Agricultural Systems*, 70:395-420.
- Cárcova, J., Borrás, L., Otegui, M. E. 2003. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en maíz. *In: Producción de Granos. Bases Funcionales para su Manejo*. Ed. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina, pp. 132-157.
- Chaumont, M., Morot-Gaudry, J. F., Foyer, C. H. 1994. Seasonal and diurnal changes in photosynthesis and carbon partitioning in *Vitis vinifera* leaves in vines with and without fruit. *Journal of Experimental Botany*, 278: 1235-1243.
- Climate-data.org. 2015. Clima: Texcoco. Disponible en: <http://es.climate-data.org/location/28088/> Consultado el 17 de diciembre de 2015.
- Contreras, R. A., Martínez, R. C. G., Estrada, C. G. 2012. Eficiencia en el Uso de la Radiación por híbridos de maíz de Valles altos de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(2):161-169.
- Cossío, V. L. E., Salazar, G. S., González, D. I. J. L., Medina, T. R. 2008. Fenología del Aguacate 'Hass' en el Clima Semicálido de Nayarit, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 14(3): 325-330.
- Ditutor.com. 2014. Correlación estadística. Tomado el 25 de octubre de 2015. Disponible en: [http://www.ditutor.com/estadistica\\_2/correlacion\\_estadistica.html](http://www.ditutor.com/estadistica_2/correlacion_estadistica.html)
- Fishler, M., Goldschmidt, E. E., Monselise, S. P. 1983. Leaf area and Fruit size on Girdled Grapefruit Branches. *Journal American Society Horticultural Science*, 108(2):218-221.
- Fitzjarrald, D. R., Acevedo, O. C., Moore, K. E. 2001. Climatic consequences of leaf presence in the eastern United States. *Journal Climate*, 14: 598-614.
- Gu, L., Post W. M., Baldocchi D., Black T. A., Verma S. B., Vesala T., Wofsy S. C. 2003 Phenology of vegetation photosynthesis. *In Phenology: an integrative environmental science* (ed. Schwartz M. D.), Dordrecht, The Netherlands: Kluwer. pp. 467-485.
- Gallo, W. P., Daughtry, C. S. T. 1986. Techniques for measuring intercepted and absorbed photosynthetically active radiation in crop canopies. *Agronomy Journal*, 78:752-756.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema Climático de Köppen. 4ta ed. Instituto de Geografía. UNAM. pp. 79-86.
- Horsley, S. B., and Gottschalk, K. W. 1993. Leaf area and net photosynthesis during development of *Prunus serotina* seedlings. *Tree Physiology*, 12: 55-69.
- Lee, E. A., Tollenar, M. 2007. Physiological basis of successful breeding strategies for maize grain yield. *Crop Science*, 47(Suppl. 3): S202-S215.
- Millard, P. 1995. Internal cycling of nitrogen in trees. *Acta Horticulturae*, 383: 3-14.
- Millard, P., Proe, M. F. 1991. Leaf demography and the seasonal internal cycling of nitrogen in sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) seedlings in relation to nitrogen supply. *New Phytologist*, 117: 587-596.
- Milthorpe F.L., Moorby J. 1982. *An Introduction to Crop Physiology*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K. 244 p.
- Monteith, J. L. 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 281:277-294.
- Muñoz, N., J. Guerri, F. Legaz and E. Primo-Millo. 1993. Seasonal uptake of 15N-nitrate and distribution of absorbed nitrogen in peach trees. *Plant Soil*, 150: 263-269.
- Neilsen, D., P. Millard, G. H. Neilsen and E. J. Hogue. 1997. Sources of N for leaf growth in a high-density apple (*Malus domestica*) orchard irrigated with ammonium nitrate solution. *Tree Physiol*, 17: 733-739.
- Otegui, M. E., Nicolini, M. G., Ruiz, R. A., Dodds, P. 1995. Sowing date effects on grain yield components for different maize genotypes. *Agronomy Journal*, 87: 29-33.
- Ramírez, D. J. M. 1991. Efecto del clima en la calidad de los cítricos. 1er Congreso Internacional de Citricultura. Martínez de la Torre, Veracruz, México. 8 p.
- Rocha A., J. L., Salazar-García, S., Barcenas-Ortega, A. E., González-Durán, I. J. L., Cossío-Vargas, L.E. 2011. Phenology of 'Hass' Avocado in Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(3): 303-470.
- Salazar, G. S. 2010. Desarrollo floral de la palta. Consultado el 13 de septiembre de 2015. Disponible en: [http://www.paltahass.cl/presentaciones/dp2010/s\\_salazar\\_desarrollo\\_floral\\_de\\_la\\_palta.pdf](http://www.paltahass.cl/presentaciones/dp2010/s_salazar_desarrollo_floral_de_la_palta.pdf)
- Schwartz, M. D., Crawford, T. M. 2001. Detecting energy balance modifications at the onset of Spring. *Physical Geography*, 22: 394-409.
- Simón, M. E., Moysset, A. M. L. 2006. *Prácticas de crecimiento y desarrollo de los vegetales*. Ed. Universitat Barcelona. 96 p.
- Sinclair, T. R., Muchow, R. C. 1999. Radiation use efficiency. *Advances in Agronomy*, 65: 215-265.
- Vega, N. R., Aceves N, L. A., Trujillo, A. J., Arriaga, R. R. 1990. Generación y aplicación de modelos agroclimáticos a la fenología de la palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), en Canatlán, Durango. *Agrociencia*, 24: 89-100.
- Warnock, R., Valenzuela, J., Trujillo, A., Madriz, P., Gutiérrez, M. 2006. Área foliar, componentes del área foliar y rendimiento de seis genotipos de caraota. *Agronomía Tropical*, 56(1): 21-42.



# BÚFALO DE AGUA (*Bubalus bubalis*): UN ACERCAMIENTO AL MANEJO SUSTENTABLE EN EL SUR DE VERACRUZ, MÉXICO

## WATER BUFFALO (*Bubalus bubalis*): AN APPROACH TO SUSTAINABLE MANAGEMENT IN SOUTHERN VERACRUZ, MEXICO

Hernández-Herrera, G.<sup>1</sup>; Lara-Rodríguez, D.A.<sup>1</sup>; Vázquez-Luna, D.<sup>1\*</sup>; Ácar-Martínez, N.<sup>1</sup>; Fernández-Figueroa, J.A.<sup>1</sup>; Velásquez-Silvestre, M.G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Veracruzana. Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria. Carretera Costera del Golfo km 220, Colonia Agrícola y Ganadera Michapan, Acayucan, Veracruz, México.

\***Autora para correspondencia.** divazquez@uv.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To analyze the main indicators associated with the cultural management of the buffalo system ranching in southern Veracruz, Mexico (Acayucan, Sayula, Minatitlán, Soconusco, Hidalgotitlán, San Juan Evangelista, Las Choapas, Oluta, Jesús Carranza and Valle de Uxpanapan municipalities), for sustainable development.

**Design/methodology/approach:** The method of analysis of the present investigation was quantitative and the instrument was a questionnaire, the results were processed in the statistical software DYANE ver. 4.0 and the sustainability indicators were developed from three transversal axes (social, economic and productive).

**Results:** We found high values in the economic indicators, because the producers perceive that the cattle activity with buffaloes is a profitable business.

**Study limitations/implications:** In the productive axis corresponded to the socio-cultural pattern of livestock in the tropics, which is perpetuated generation after generation by the social system in which it is inserted; however, it is recommended to develop the potential in the productive and economic axis towards the sustainability of the buffalo system.

**Findings/conclusions:** Indicators of the economic axis are highlighted, due to the perception of profitability; but it is necessary to carry out activities for sustainable development in the economic, social and productive axes.

**Keywords:** Tropical livestock, sustainability, rural development.



## RESUMEN

**Objetivo:** Analizar los principales indicadores asociados al manejo cultural del sistema búfalo en el sur de Veracruz, México (municipios de Acayucan, Sayula, Minatitlán, Soconusco, Hidalgotitlán, San Juan Evangelista, Las Choapas, Oluta, Jesús Carranza y Valle de Uxpanapan), para el desarrollo sustentable.

**Diseño/metodología/aproximación:** El método de análisis de la presente investigación fue de tipo cuantitativo y el instrumento fue el cuestionario, los resultados se procesaron en el software estadístico DYANE ver. 4.0 y los indicadores de sustentabilidad fueron desarrollados a partir de tres ejes transversales (social, económico y productivo).

**Resultados:** Los resultados muestran valores elevados en los indicadores económicos, debido a que los productores perciben que la actividad ganadera con búfalos, es un negocio rentable.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** En el eje productivo correspondió al patrón socio-cultural de la ganadería en el trópico, el cual se perpetúa generación tras generación, por el sistema social en el cual está inserto; sin embargo, se recomienda desarrollar el potencial en los ejes social, productivo y económico hacia la sustentabilidad del sistema búfalo.

**Hallazgos/conclusiones:** Destacan indicadores del eje económico, debido a la percepción de rentabilidad; pero falta realizar actividades para el desarrollo sustentable en los ejes económico, social y productivo.

**Palabras clave:** Ganadería tropical, sustentabilidad, desarrollo rural.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó mediante bola de nieve con productores de los municipios de Acayucan, Sayula, Minatitlán, Soconusco, Hidalgotitlán, San Juan Evangelista, Las Choapas, Oluta, Jesús Carranza y Valle de Uxpanapan, estado de Veracruz, México. La muestra correspondió a 3036 animales, el cual se llevó a cabo mediante el análisis de diversas fuentes de información y la elaboración de un cuestionario a informantes clave, el cual estuvo integrado por una sección de preguntas generales (localización), nueve indicadores (socio-cultural, socio-económico, manejo de praderas, alimentación, sanidad, comercialización, genética, reproducción y diversidad productiva) y tres ejes transversales de evaluación, en donde se busca a través de los ejes de la sustentabilidad de social, económica y productiva (Figura 1).

**Análisis:** El análisis de los datos obtenidos de los cuestionarios se realizó mediante el software DYANE® ver. 4 y la medición de los indicadores se realizaron de acuerdo al Cuadro 1. Los cálculos se realizaron con el promedio de cada indicador, el cual está conformado de valores de 1 a 0, donde 0 es nula sustentabilidad y 1 es el valor óptimo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El indicador *social* muestra que la ganadería bufalina corresponde a un sistema extensivo inmerso en un entorno social con productores de 9 a 12 años de escolaridad, que se han cambiado incorporado a la cría y a la engorda de búfalo como una alternativa, dada su rusticidad y manejo caracterizado, tales datos se vieron reflejados en indicadores de 0.8 a 0.9 en nueve municipios de

## INTRODUCCIÓN

El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) es un rumiante doméstico, de comportamiento gregario, que ha mostrado gran potencial para la producción de carne, leche y como medio de tracción (Rosales, 2009), además tiene su origen en el trópico húmedo ecuatorial asiático, aunque su amplia rusticidad le ha valido una distribución cosmopolita (Álvarez, 2015). La población de búfalos en México se caracteriza por su mestizaje, en particular en la zona sur de Veracruz, donde se pueden encontrar ejemplares con características Murrah, Mediterráneo, Jafarabadi, Nili-Raví, y algunos casos de Carabao. De manera histórica, la región sur del estado de Veracruz se ha caracterizado por su vocación ganadera, misma que se ha transmitido de generación en generación; sin embargo, la compleja realidad del campo mexicano ha llevado a un grupo de productores a optar por alternativas "bufalinas", que les permitan continuar con la tradición ganadera con rusticidad, eficiencia y productividad, en un entorno cada vez más demandante. El enfoque más adecuado para abordar los agroecosistemas bufalinos es el de interacción sociedad-naturaleza (Bustillo-García, 2016). Por todo lo anterior, el objetivo fue analizar los principales indicadores del manejo cultural de la ganadería bufalina en el sur de Veracruz, México (municipios de Acayucan, Sayula, Minatitlán, Soconusco, Hidalgotitlán, San Juan Evangelista, Las Choapas, Oluta, Jesús Carranza y Valle de Uxpanapan) para el desarrollo sustentable.



**Figura 1.** Ejes transversales e indicadores de la presente investigación.

los diez que conformaron la investigación (Cuadro 2). El indicador *económico* muestra que la mayoría los participantes lo perciben como un negocio rentable (excepto con productores de Soconusco y Las Choapas), lo cual depende en gran medida a la ganancia de peso diario, el costo operativo por animal y el número de animales a ser producidos por año, el cual también va asociado al *manejo de praderas*, aunque éste en la región es mayormente pastoreo extensivo y con poca diversidad de pasto, trayendo como consecuencia la falta de eficiencia del sistema productivo, pues se requiere como mínimo una concentración de 10% de proteína cruda y 57% de nutrimentos digestibles totales, situación que permitirá un consumo selectivo del forraje de 6-9 kg de materia seca por animal (Díaz, 2009).

Por su parte, la *alimentación* se caracterizó principalmente por solo pastoreo (Oluta y Jesús Carranza), salvo algunos suministros de sales minerales y rara vez ensilado (Cuadro 2 y Figura 2). Los búfalos en pastoreo representan una alternativa interesante para la producción de carne, debido al excelente comportamiento de los animales en sistemas de bajos insumos (Fundora, 2004). La *sanidad* es uno de los principales factores que hay que considerar en este estudio, pues la mayoría de los productores no vacunan, no desparasitan, y no llevan registro zoonosanitario, siendo que éstos son obligatorios de acuerdo a la normatividad mexicana (Skaggs, 2004). Por ello, los valores fueron muy bajos en todas las unidades de producción (0 a 0.5), salvo en Acayucan y en Sono-

cusco. Las principales enfermedades en búfalos son la brucelosis, leptospirosis, trichomoniasis, campylobacteriosis y toxoplasmosis, por ello se recomienda tener un cronograma definido y contar con el arete del Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado (SINIIGA).

Con respecto a la *comercialización*, se tomaron en cuenta los usos diversos que pueden darle a la producción de leche, desde su venta hasta la elaboración de quesos y otros productos lácteos, pues la diversidad productiva permite amortiguar los cambios dentro del sistema de producción a fin de ofrecer a los productores ganaderos (Morales y Pineda, 2009), siendo éste un factor determinante en la ganadería bufalina.

Por otro lado, el *mejoramiento genético* tiene como principal objetivo la utilización de la variación genética (diferencias) para aumentar cualitativa y cuantitativamente la producción en los animales domésticos (Tonhati et al., 2006). Además, es necesario reforzar las variables reproductivas, debido a que se necesita que el primer celo ocurra entre 15-18 meses de vida, siendo la edad óptima para comenzar la reproducción entre 22-24 meses con un peso mínimo de 375 kg (Almaguer, 2007).

Con todo lo anterior, podemos afirmar que las áreas de oportunidad en la producción bufalina tropical son: el mejoramiento de las praderas, el incentivo a la comercialización con su respectiva diversificación productiva,

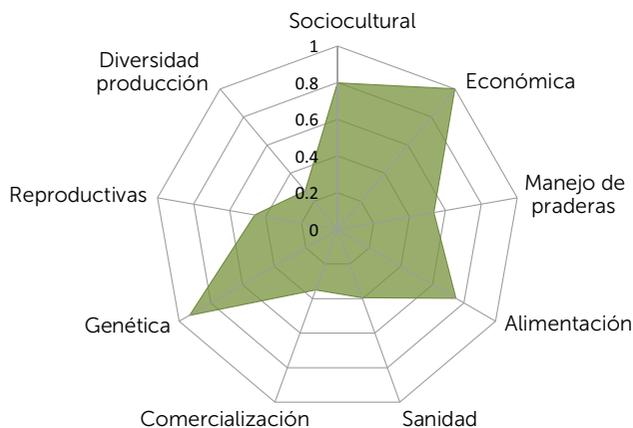


**Cuadro 1.** Variables que conformaron los indicadores para el desarrollo sustentable.

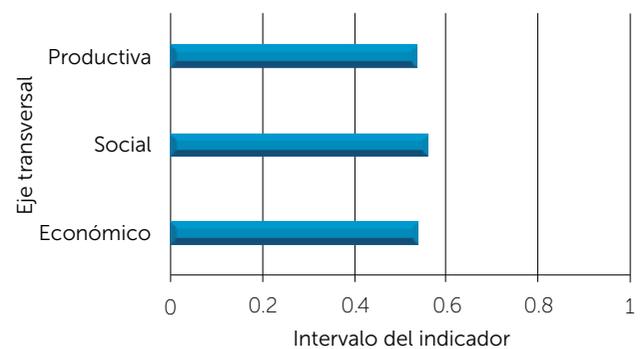
Indicador	Variables	Medición del indicador para el desarrollo sustentable
Sociocultural	Escolaridad del productor	Menor a 6 años (0), 6-9 años (0.33), 9-12 años(0.66) , +12 años (1)
	¿Considera que la carne de búfalo tiene un sabor distinto a la de res?	Si (1), No(0)
	Considera que es el sabor de la carne de búfalo en relación con la de res es:	Mejor (1), igual (0.5), peor (0)
Económica	¿Considera que la venta de búfalo en canal tiene sobre precio	Si (1), No (0)
	¿Considera que la venta de búfalo en pie tiene sobre precio?	Si (1), No (0)
	¿Considera que la cría de búfalos es un negocio rentable?	Si (1), No(0)
Manejo de pradera	Tipo de pastoreo	Intensivo (1), semi-intensivo (0.66), extensivo (0.33)
	Diversidad de pastos	Diversidad de pastos = (tipo de pasto/ unidad de producción), (0.25 por cada pasto)
Alimentación	Alimentación de los bucerros	Mama directa de la búfala (1), nodriza (0.66), leche en polvo (0.33)
	Sales minerales	Si (1), No (0)
	Tipo de suplemento alimenticio	Alimento comercial (0), sólo pastoreo (0.33), ensilado (0.66), alimento propio (1)
	Vitaminas y/o minerales a las crías después del nacimiento	Si (1), No (0)
Sanidad	Medidas de higiene en la ordeña	Limpieza y secado de la ubre (0.25), despunte (0.25), vaciado de la ubre (0.25), sellado (0.25), ninguna (0)
	¿Ha presentado casos de mastitis en el hato lechero?	Si (1), No (0)
	¿Cuántos cuartos en promedio han perdido sus búfalas?	Cuatro (0), tres (0.25), dos (0.50), uno (0.75), ninguno (1)
	¿Realiza barrido?	Si (1), No (0)
	¿Cuenta con el arete de SINIGA?	Si (1), No (0)
	¿En qué período de desarrollo tiene mayor mortalidad?	Gestación-aborto (0.25), al nacimiento (0.50), antes del primer mes (0.75), de 2-6 meses (1)
	Al momento del parto ¿aplica algún medicamento que ayude al proceso de involución uterina?	Si (1), No (0)
	¿Cuántas vacunas aplica en su hato?	0.25 por cada vacuna
	¿Cada cuánto vacuna a su hato?	Cada 3 meses (0.50), cada 6 meses (1), cada 12 meses (0.75), Sólo cuando se enferman (0.25), ninguna (0)
¿Con qué frecuencia desparasita a su hato?	Cada 3 meses (1), cada 6 meses(0.5), cada 12 meses (0.75), Sólo cuando se enferman (0.25), ninguna (0)	
Comercialización	¿Qué uso le da a la leche?	Venta por litro (1), elaboración de queso (0.75), productos lácteo (0.50), otros (0.25)
Genética	¿Qué razas de búfalos tiene?	0.2 por raza (diversidad) del total de las 5 razas
Reproductivas	¿Cómo maneja los empadres?	Monta directa (1), inseminación artificial (0.66), trasplante de embriones (0.33), ninguna (0)
	¿En qué época del año hay más pariciones?	Primavera (0), Verano (0.33), Otoño (0.66), Invierno (1)
	¿Separa a las hembras gestantes próximas al parto del resto del hato?	Si (0.5), No (0.5)
	Período interparto	15-40 días=1, 41-50 días=0.75, 51-60 días=0.50, 61-70 días=0.25, +71 días=0
	¿A qué edad es la primera gestación de la búfala?	1.6 años=1, 1.7-2.0 años=0.75, 2.1-2.5 años=0.50, 2.6-3.0 años=0.25, +3.1 años=0
	¿Cuántos años de vida útil tiene la búfala?	25-27 años=1, 20-24 años=0.75, 16-19 años=0.50, 11-15 años=0.25, -10 años=0
¿Cuántas crías tienen una búfala en su ciclo de vida?	20-23 crías=1, 22-19 crías=0.75, 18-15 crías=, 14-10 crías=0.25, -9 crías=0	
Diversidad productiva	¿Qué otra actividad agropecuaria realiza además del sistema de producción de búfalos?	(0.25) * por sistemas adicional

**Cuadro 2.** Indicadores para el desarrollo sustentable de las unidades de producción bufalina el sureste veracruzano.

Indicador	Acayucan	Soconusco	Minatitlán	San Juan Evangelista	Oluta	Las Choapas	Jesus Carranza	Valle de Uxpanapan	Sayula	Hidalgoitlán
Sociocultural	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.5
Económica	1.0	0.3	1.0	1.0	1.0	0.3	1.0	1.0	1.0	1.0
Manejo de praderas	0.3	0.8	0.5	0.4	0.6	0.4	0.6	0.5	0.8	0.5
Alimentación	0.8	0.8	0.7	0.8	0.4	0.8	0.4	1.0	0.8	0.8
Sanidad	0.8	0.7	0.0	0.4	0.4	0.3	0.0	0.5	0.5	0.4
Comercialización	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	1.0	0.8	0.0
Genética	1.0	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
Reproductivas	0.5	0.7	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	0.5	0.8	0.7
Diversidad producción	0.0	1.0	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0

**Figura 2.** Indicadores para el desarrollo sustentable en la ganadería bufalina del sur de Veracruz.

la optimización de los procesos de productivos, sanitarios y reproductivos (Figura 2), los cuales van de la mano con una mejora sustancial en la alimentación, impactando positivamente los ejes social, productivo y económico (Figura 3). Ante esto se sugiere un interparto de  $13.83 \pm 1.4$  meses, con  $108 \pm 7.6$  días abiertos, que la edad al primer servicio sea de  $27.27 \pm 1.97$  días y el primer parto de  $37.69 \pm 1.96$  meses (Bedoya et al., 2002). Además de los siguientes parámetros: Particiones (80-90%), mortalidad de bucerros (3-5%), mortalidad en adultos (1%), intervalo entre partos (400-420 días), período de lactancia (240-270 días), producción de leche diaria (4.5-6.5 días), peso al destete de 8 meses (220-240 kg), vida útil de la búfala de 20 a 25 años, mientras que el semental tiene una vida útil de 7 años (Rosales, 2009). Pues de acuerdo con el aporte económico de la producción de carne de búfalo (40 %), puede contribuir a incrementar los ingresos, a medida que se perfeccione el sistema (Cino et al., 2005).

**Figura 3.** Ejes transversales del desarrollo sustentable en la ganadería bufalina del sur de Veracruz.

Los indicadores sobre la percepción de la venta de búfalos tanto en canal, como en pie, parece tener un sobreprecio, posiblemente a consecuencia de que los búfalos llegan a crecer hasta 1.0 o 1.5 kg día, indicando que es un animal precoz para producir carne, por lo que se recomienda que la actividad reproductiva de las hembras bufalinas inicie a los dos años de edad o 400 kg de peso vivo (Gómez, 2007). Sin embargo, en el sur del estado de Veracruz no encontramos un *sobreprecio real*, pues esto sólo se reporta en el centro del país. Es importante destacar que a finales del año 2017, se dio de alta el Sistema Producto Búfalo ante la secretaría del sector. Se espera que con el respaldo de las instituciones, la crianza de estos animales se consolide como una actividad económica importante y en crecimiento.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En cuanto al análisis de indicadores, destaca indicadores del eje económico, debido a que los productores perciben a la actividad ganadera con búfalos, como un negocio rentable; pero aún

falta mucho que trabajar en los parámetros productivos (intervalo parto y sanidad animal), económicos (registros contables) y sociales (diversidad productiva), pues todos los parámetros registrados están por debajo de la óptima.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen las facilidades y la disposición de trabajo al Sr. Eduardo Maitret e hijos, a los productores cooperantes que participar en este estudio, al personal de la ganadería Alta Saona y en especial en memoria del Sr. Alfonso Lara Montero, quién fue un pilar fundamental para el desarrollo de la presente investigación.

## LITERATURA CITADA

- Almaguer P. Y. 2007. El búfalo, una opción de la ganadería. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria 8: 1-23.
- Álvarez J.R.L. 2015. Perspectivas de la crianza del búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) en la amazonia ecuatoriana. Revista Amazónica Ciencia y Tecnología 2: 19-30.
- Bedoya, C., Mira, T., Guarín, J., Berdugo, J., 2002. Parámetros reproductivos del búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) en el sur de Córdoba. Costa Norte Colombiana. VI World Buffalo Congress The Buffalo: An alternative for Animal Agricultural in the Third Millenium.
- Bustillo-García L., Dickdan Z.B. 2016. Sustentabilidad y desarrollo rural de los agroecosistemas bufalinos. Revista Venezolana de Gerencia 21: 50-61.
- Cino, D. M., O. Fundora, et al. 2005. Evaluación económica preliminar en una unidad experimental de búfalos (bufalipso). Revista Cubana de Ciencia Agrícola 39: 141-146.
- Díaz G.C.W. 2009. Factibilidad del establecimiento de un sistema de producción de engorde de búfalos en pastoreo. Agronomía Costarricense 33: 183-191.
- Fundora O.Q.F. 2004. Comportamiento y composición de la canal de búfalos de río alimentados con una mezcla de pasto estrella, pastos naturales y leguminosas nativas. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 38: 43-46.
- Gómez D.A.A. 2007. El búfalo como animal productor de carne: Producción y mejoramiento genético. Revista Lasallista de Investigación 4: 43-49.
- Morales C.A., Pineda G.M. 2009. Aprovechamiento de carne de los cortes de baja comercialización de búfalo y de res, aplicando la deshidratación como método de conservación para prolongar su vida útil. Trabajo de Grado. Universidad La Salle. Bogotá, Colombia. <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16049/T43.09%20M792a.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Rosales R. 2009. El búfalo de agua en costa rica. Una alternativa para la producción de carne y leche. ECAG 50: 14-19.
- Skaggs R.A.R. 2004. Exportaciones de ganado en pie de México hacia los Estados Unidos: ¿De dónde viene el ganado y hacia dónde va? Revista Mexicana de Agronegocios 8: 212-219.
- Tonhati H., Mendoza S.G., Sesana R., Galvão L. 2006. Programa de mejoramiento genético de búfalos lecheros en el brasil. Tercer Simposio de Búfalos de las Américas. Medellín, Colombia. pp. 115-122.



# FENOLOGÍA DEL CIRUELO JAPONÉS CV. METHLEY INJERTADO SOBRE CIRUELO MIROBOLANO, EN TEXCOCO, MÉXICO

## PHENOLOGY OF THE JAPANESE PLUM CV. METHLEY GRAFTED ON MYROBOLAN PLUM, IN TEXCOCO, MEXICO

González-Pérez, J.S.<sup>1,2</sup>; Quevedo-Nolasco, A.<sup>1\*</sup>; Becerril-Román, A.E.<sup>1</sup>; Velasco-Cruz, C.<sup>1</sup>; Jaén-Contreras, D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Hidalgo No. 1213, Colonia Centro, Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México.

\*Autor para correspondencia: becerril@colpos.mx

### ABSTRACT

**Aim:** To determine the general phenology of Japanese plum (*Prunus salicina*) cv. Methley grafted on Myrobolan plum (*Prunus cerasifera*), cultivated in high altitudes with temperate climate.

**Design/methodology/approach:** Through a sampling by quotas, twenty trees with remarkable health and integral general structure were selected. Daily minimum temperature (Tmin) and maximum temperature (Tmax) of the air, and hourly temperatures during endodormancy were recorder. Moisture content and temperature (minimum and maximum) of the soil were measured daily. The radical accumulation was monitored and the dates of beginning and end of the phenological phases were determined. Chilling Units (UF) were quantified during endodormancy.

**Results:** The highest radical accumulation occurred during dormancy, and the lowest during flowering. During flowering, the highest growth rate of vegetative flows initiated, maintaining, simultaneously, growth and development of fruits. The foliar area was greater during the growth and development of fruits. There was an ecodormancy previous to endodormancy, and an accumulation of 235.8 Chilling Units were enough to reestablish the growth through bud swelling and sprouting.

**Study limitations/implications:** Although the Japanese plum tree achieves a percentage of fruit mooring of 31% (high percentage), in this study the fruit mooring percentage was 10.25%, even with the largest leaf area.

**Findings/conclusions:** Leaf area varied during phenological phases, and there was permanent radical accumulation.

**Keywords:** *Prunus salicina*, *Prunus cerasifera*, phonological phases, root accumulation, fruit mooring, chilling hours.

### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la fenología general del ciruelo japonés (*Prunus salicina*) cv. Methley injertado sobre ciruelo mirobolano (*Prunus cerasifera*), cultivado en altitudes elevadas con clima templado.

**Diseño/metodología/aproximación:** A través de un muestreo por cuotas fueron seleccionados veinte árboles con notable sanidad e íntegra estructura general. Fueron registradas las temperaturas mínimas (Tmín) y máximas (Tmáx) diarias del aire, y temperaturas horarias durante endoletargo. Diariamente, se midió el contenido de humedad y temperatura (mínima y máxima) del suelo. Fue monitoreada

**Agroproductividad:** Vol. 11, Núm. 10, octubre. 2018. pp: 33-41.

**Recibido:** julio, 2018. **Aceptado:** septiembre, 2018.



la acumulación radical y se determinaron las fechas de inicio y fin de las fases fenológicas. Fue empleado un modelo de cuantificación de Unidades Frío (UF) durante el endoletargo.

**Resultados:** La mayor acumulación radical ocurrió durante letargo, y la menor durante floración. Durante floración, inició la mayor tasa de crecimiento de los flujos vegetativos, manteniéndose, simultáneamente, al crecimiento y desarrollo de frutos. El área foliar fue mayor durante el crecimiento y desarrollo de frutos. Hubo un ecoletargo previo al endoletargo, y se acumularon 234.8 UF que reestablecieron el crecimiento a través del hinchamiento y brotación de yemas.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Aunque el ciruelo japonés logra un porcentaje del 31% de amarre de frutos (porcentaje alto), en este estudio el porcentaje de amarre de frutos fue 10.25%, incluso con la mayor área foliar.

**Hallazgos/conclusiones:** El área foliar varió durante las fases fenológicas, y existió permanente acumulación radical.

**Palabras clave:** *Prunus salicina*, *Prunus cerasifera*, fases fenológicas, crecimiento de raíces, amarre de frutos, horas frío.

ma semiseco templado con verano cálido, temperatura media anual de 15.2 °C, precipitaciones todo el año (verano lluvioso; media anual 590 mm; porcentaje de lluvias invernales menores al 5% respecto al total anual), poca oscilación térmica y marcha anual de la temperatura tipo Ganges (García, 1988). El suelo es migajón-arenoso, 1.95% de materia orgánica y pH=6.68. El huerto es de ciruelo japonés cv. Methley injertado sobre ciruelo mirobolano, de 4 años de edad (año de primera producción uniforme de frutos; media de 14.55 kg por árbol), plantados en marco real (4x4 m) y formación Tatura; se realiza retiro de hijuelos y deshierbas con desbrozadora manual y de cadenas, riego por goteo (16 L h<sup>-1</sup>), mantenimiento de coberturas orgánicas y encalado de troncos a inicio del endoletargo.

### Selección del material vegetal

A través de un muestreo por cuotas, fueron seleccionados veinte árboles con altura y anchura del dosel de 1.8 y 1.5 m, respectivamente, con notable sanidad, libres de síntomas visuales de trastornos nutricionales e íntegra estructura general.

### Variables respuesta

Temperatura del aire. De la Estación Meteorológica Institucional, ubicada a 300 m del huerto, se obtuvieron las temperaturas mínimas (T<sub>mín</sub>) y máximas (T<sub>máx</sub>) diarias del aire, así como las temperaturas horarias durante otoño e invierno.

Contenido de humedad en el suelo. Fue determinada la Capacidad de Campo (CC) volumétricamente con un medidor de humedad (Delta-T Devices<sup>®</sup>, modelo HH2, RU), y se estableció un Contenido de Humedad Mínimo Permisible (CHMP)

## INTRODUCCIÓN

La fenología estudia los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales; en especies frutales, la duración ontogénica varía de acuerdo a la marcha anual de la temperatura, variación periódica de la duración del día y régimen pluviométrico, éste último con marcado efecto fuera de las regiones ecuatoriales debido a que las lluvias no son uniformes durante el año (de Fina y Ravello, 1973). Las fases fenológicas de los frutales de hueso son: brotación, floración, foliación, crecimiento y maduración de frutos, y caída de frutos (Burgos, 1984), o, desarrollo de yemas, desarrollo de hojas, crecimiento longitudinal de los brotes terminales, aparición del órgano floral, floración, formación del fruto, maduración del fruto, senescencia, y comienzo del reposo vegetativo (Meier, 1997). Según la ley de Hopkins, las fechas de inicio de las fases fenológicas se retrasan cuatro días por cada: grado de aumento en latitud, 120 m de elevación y 5° de longitud hacia el Este (de Fina y Ravello, 1973). Conocer la duración e intensidad de las fases fenológicas y sus interrelaciones en el tiempo, permite mejorar la planeación de prácticas de manejo de huertos (Rocha *et al.*, 2011), y, aunque diagramas fenológicos han ayudado a entender el comportamiento fenológico de frutales (Wolstenholme y Whiley, 1989) a través de la descripción de eventos que ocurren en el árbol durante el año (Whiley, 1990), del ciruelo japonés sólo ha sido parcialmente investigada su fenología. El objetivo de esta investigación fue determinar las fechas de ocurrencia de las fases fenológicas del ciruelo japonés cv. Methley, injertado sobre ciruelo mirobolano, cultivado en clima templado de altura.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio experimental y material vegetal

La investigación se realizó de septiembre de 2015 a agosto de 2016, en el Colegio de Postgraduados (19° 29' L. N., 98° 54' L. O., altitud de 2252 m), cli-

al 50% de CC, para mantener adecuada humedad en el suelo a través de mediciones diarias a 40 cm del tronco y riegos.

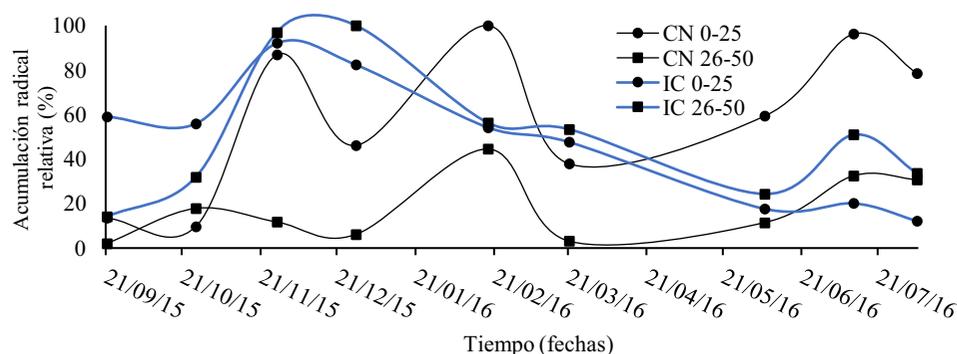
Temperatura del suelo (Ts). Diariamente fueron medidas las temperaturas mínimas (T<sub>mín</sub>) y máximas (T<sub>máx</sub>) del suelo, a las 7 y 15:30 h, respectivamente, ambas a 25 y 50 cm de profundidad con un termómetro de sonda fija de 1450 mm (Alla France; modelo 91000-021).

Fases fenológicas. Con el método de Otero (2005), fue registrado el inicio y fin de las fases fenológicas propuestas por Burgos (1984) y Meier (1997). A) Flujos vegetativos, semanalmente fue medido el crecimiento longitudinal de ramas acumulado a partir de nudos marcados, y se calcularon los porcentajes relativos de crecimiento (Rocha et al., 2011). B) Acumulación radical, se llevó a cabo mensualmente de acuerdo a una modificación de la metodología de Cossio et al. (2008). C) Hinchamiento de yemas vegetativas y reproductivas se registró a través del aumento continuo de su tamaño (Fernández, 1996). D) Brotación de yemas vegetativas y reproductivas, el inicio de su brotación fue observado en la parte basal de cuatro ramas primarias seleccionadas de los árboles, y fin de brotación se observó en las yemas superiores de las ramas de último orden de las cuatro ramas seleccionadas. E) Foliación, se determinó a través del área foliar, medida semanalmente en veinte hojas muestreadas de cada árbol, desde tres semanas después de la brotación de yemas foliares a inicio de flujo reverso, se utilizó un integrador LI-3100 (LI-COR). F) Floración, fueron seleccionadas cuatro ramas primarias (posicionadas cada una en un punto cardinal) con sus respectivas ramas sucesivas, se contó el número total de botones florales (100% de flores) y se determinó inicio, plena y fin de floración de acuerdo a Bellini y Bini (1978). G) Crecimiento y desarrollo de frutos, en siete pericarpios de cada árbol se midió el diámetro polar y ecuatorial, ambos fueron promediados para obtener el porcentaje relativo acumula-

do y la dinámica de crecimiento (Rocha et al., 2011). H) Porcentaje de amarre y caída de frutos, con respecto del número de botones florales, se determinó el porcentaje de amarre a través de los frutos persistentes después de la tercera caída; las caídas de frutos y porcentajes de las mismas se determinaron con base en el número de frutos caídos con respecto del número de frutos inicialmente formados (tamaño cerillo). I) Madurez fisiológica, determinada cuando los frutos en los que se obtuvo la dinámica de crecimiento dejaron de crecer, y continuaron su ontogenia a madurez de cosecha (Watada et al., 1984), fase determinada visualmente con base en el color del epicarpio (índice de cosecha a nivel de campo). J) Abscisión foliar, inició el día del desprendimiento de hojas basales de cada árbol, y finalizó el día de la abscisión de la hoja apical más distal al cuello de los árboles. K) Ecoletargo, inició un día después del fin de abscisión foliar, y finalizó un día antes del inicio de la acumulación de Unidades Frío. L) Endoletargo, fue determinado con el modelo de Vega et al. (1990).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El monitoreo del contenido de humedad y riegos, mantuvieron una permanente condición de humedad en el suelo cercana a capacidad de campo ( $0.358 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  y  $0.335 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  a 0-25 y 26-50 cm de profundidad, respectivamente). La temperatura del suelo en ambas profundidades osciló entre 10.6 y 23.1 °C, en invierno y primavera, respectivamente, valores superiores a la T base radical de 4-5 °C (Kolesnikov, 1971). Estas condiciones coadyuvaban la permanente acumulación de raíces de crecimiento y nutrición, e intermedias y conductoras, las cuales, componen el sistema radical (Kolesnikov, 1971). Durante endoletargo (23/10/2015-21/02/2016) ocurrió la mayor acumulación radical general (Figura 1), y durante floración (21/03/2016) la acumulación disminuyó. Este hecho es contrario a que, independientemente del tipo de frutal, una de las máximas tasas de crecimiento radical se observa en floración (Ryugo,

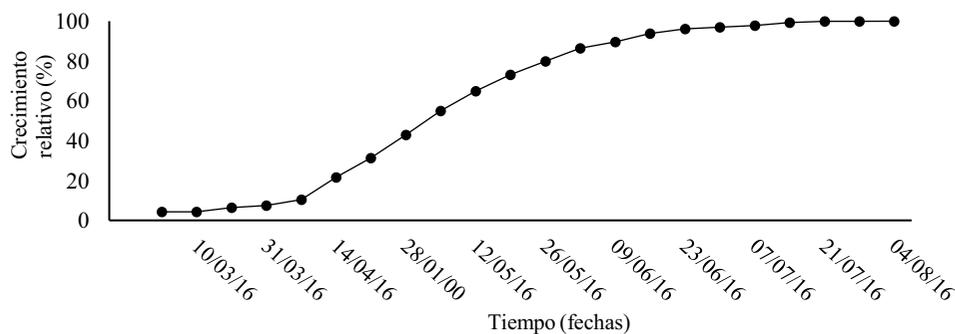


**Figura 1.** Acumulación de raíces de crecimiento y nutrición a profundidades 0-25 cm (CN 0-25) y 26-50 cm (CN 26-50), y acumulación de raíces intermedias y conductoras a profundidades 0-25 cm (IC 0-25) y 26-50 cm (IC 26-50) en ciruelo japonés (*Prunus salicina*) en Texcoco, Estado de México, México.

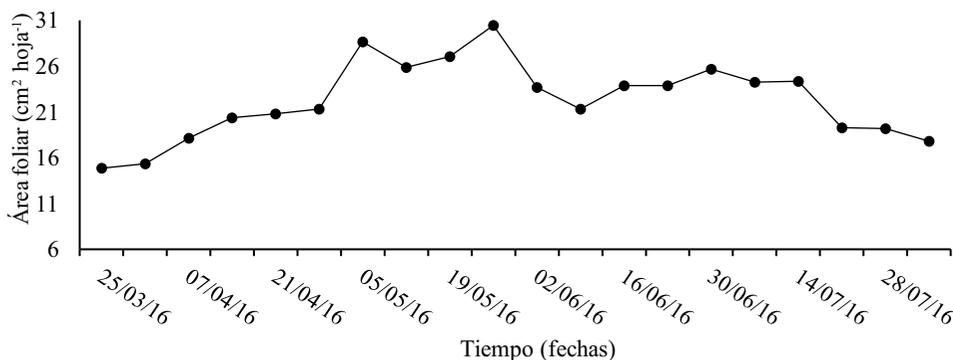
1988; Shaw *et al.*, 1998), y es similar a la tendencia observada por León (1994) en ciruelo japonés cv. Songold, siendo mayor la acumulación radical cuando las tasas de crecimiento vegetativo y reproductivo disminuyeron o cesaron debido a la repartición de biomasa a raíces (Ovando *et al.*, 1993).

Las  $T_{mín}$  y  $T_{máx}$  del aire fueron  $-2.6$  (8/02/2015) y  $32.1$  °C (2/05/2016); los árboles crecieron en temperaturas medias diarias superiores a su  $T_{base}$ , que es  $4.4$  °C (Calderón, 1977), y llegaron a estar sometidos, durante la mayoría de sus fases fenológicas, a temperaturas óptimas ( $25-30$  °C, según Seeley y Kammereck, 1977; Agustí, 2004) debido a la existencia  $T_{máx}$  diarias mayores a  $25$  °C de febrero a septiembre en ambos años. Los flujos de crecimiento vegetativo ocurrieron del 12 de enero al 3 de septiembre en 2015, y del 8 de febrero al 4 de agosto en 2016 (Figura 2), mostraron misma tendencia en ambos años y fueron simultáneos al crecimiento foliar, floración y crecimiento y desarrollo de frutos. Este hecho es importante, debido a que el crecimiento de los primordios foliares y la diferenciación de yemas axilares, se produce a medida que el meristemo apical progresa (Agustí, 2004). En esta investigación existió un constante crecimiento vegetativo, aunque León (1994), reportó, en cv. Songold, tres alzas significativas del crecimiento vegetativo, siendo una de mayor magnitud.

El hinchamiento de yemas florales (11 de enero - 4 de febrero de 2015; 8 - 29 de febrero de 2016) y foliares (11 de enero - 6 de febrero de 2015; 8 de febrero - 2 de marzo de 2016) se debió a la progresión del crecimiento vegetativo (Agustí, 2004), acumulación de UF, y a que las raíces habían tenido, previamente durante endoletargo, su mayor acumulación general, provocando la estimulación de la salida del estado de endoletargo por acción de citocinas sintetizadas en raíces, hormonas que actúan contrarrestando la acción de auxinas, que, en altas concentraciones pueden ser inhibitorias de crecimiento de yemas laterales (Schmülling, 2002). Como Tabuenca (1965) reportó, la brotación de las yemas reproductivas (5 - 17 de febrero de 2015; 1 - 10 de marzo de 2016) ocurrió previo a la brotación de las yemas vegetativas (8 - 17 de febrero en 2015; 3 - 11 de marzo de 2016). Las diferentes fechas de ocurrencia de una misma fase fenológica en ambos años, se debió a la marcha anual de la temperatura, variación periódica de la duración del día y régimen pluviométrico (de Fina y Ravello, 1973). El área foliar varió durante las fases fenológicas (Figura 3), y por ser un factor fisiológico indispensable para cubrir demandas fotosintéticas que el resto de los órganos vegetales ejercen para lograr crecer y desarrollar (Warnock *et al.*, 2006), en ambos años mostró variaciones y, su máxima dimensión ocurrió, de la segunda etapa del crecimiento y desarrollo de frutos hasta la madurez fisiológica de los mismos, tiempo de posible mayor necesidad fotosintética en ciruelo japonés cv. Methley.



**Figura 2.** Crecimiento vegetativo (flujos) en ciruelo japonés (*Prunus salicina*) en 2016 en Texcoco, Estado de México, México.



**Figura 3.** Evolución del área foliar en ciruelo japonés (*Prunus salicina*) durante el ciclo productivo 2016 en Texcoco, Estado de México, México.

Puede afirmarse que la floración es dependiente de la contribución del N almacenado en órganos perennes, ya que, ocurrió antes de la brotación de las yemas vegetativas (Cuadro 1), tiempo en que no había hojas y estas no cubren las demandas nutricionales que las flores demandan para crecer y desarrollarse (Warnock et al., 2006); similar dependencia fue reportada por Neilsen et al. (1997) en manzanos.

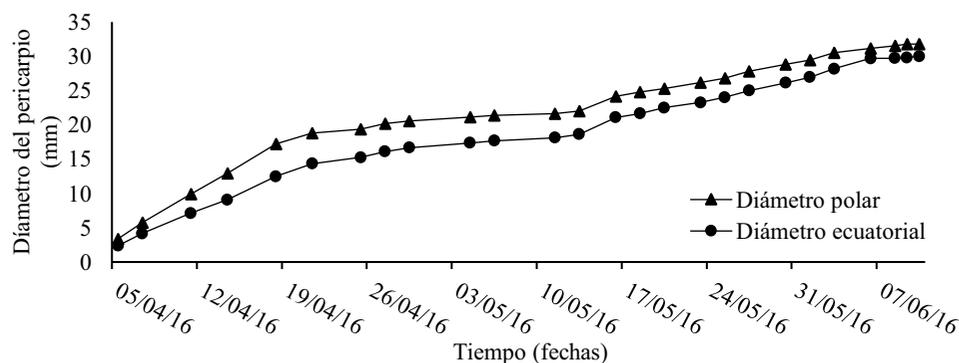
El crecimiento y desarrollo de frutos se caracterizó por una curva doble sigmoide compuesta por tres etapas (Figura 4), propio de las drupáceas (Polito, 1981) y semejante al crecimiento de ciruelos cv. Songold (León, 1994), duró 12 y 11 semanas en 2015 y 2016, respectivamente. La primera etapa ocurrió del 17 de marzo al 4 de abril en 2015, y del 5 al 21 de abril en 2016. Según Jackson y Coombe (1966), la segunda etapa corresponde a la detención del crecimiento del pericarpio, pero en los frutos bajo estudio no se observó detención alguna, aunque sí existió la disminución de la tasa de crecimiento; esta etapa ocurrió del 5 al 27 de abril en 2015, y del 22 de abril al 13 de mayo en 2016. La tercera etapa ocurrió del 28 de abril al 28 de mayo en 2015 y del 14 de mayo al 10 de junio en 2016.

Ocurrió una caída de frutos en cada fase del crecimiento y desarrollo de los mismos, y, aunque el ciruelo amarra una porción muy alta de frutos (Westwood, 1978) y el porcentaje promedio de amarre del cultivar Methley es de 31%, clasificado como elevado o muy alto (Cobianchi et al., 1989), en este estudio el porcentaje de frutos amarrados fue 10.25%. En la Figura 5, se observa que el porcentaje de frutos inicialmente formados, previo a las tres caídas, fue de 26.8%, es decir, no alcanza siquiera el 31% referido por Cobianchi et al. (1989) (el cual es un amarre posterior a las tres caídas de frutos), no obstante que se observa la mayor área foliar en estas fechas. Esta observación permite establecer experimentos relativos a amarre de frutos y productividad. La primera, segunda y tercera caída, afectaron el 14.03, 1.58 y 0.78% del amarre de frutos, respectivamente (Figura 5).

La maduración de frutos abarcó de los últimos estados de su crecimiento a los estados tempranos de senescencia (Watada et al. 1984); madurez fisiológica ocurrió del 19 al 28 de mayo en 2015, y del 31 de mayo al 10 de junio en 2016, y madurez de cosecha, del 25 de mayo al 23 de junio en 2015, y del 6 al 23 de junio en 2016. La abscisión foliar, fue estimulada inicialmente por una infección

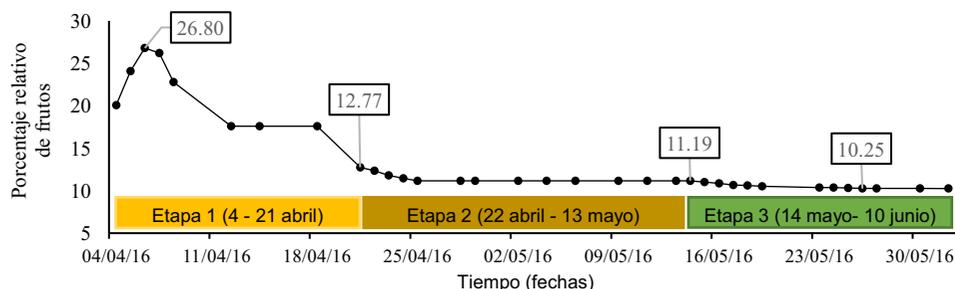
**Cuadro 1.** Fechas de las etapas de la floración en ciruelo japonés (*Prunus salicina*) cv. Methley en Texcoco, Estado de México, México.

Subfase fenológica	2015	2016
Inicio de floración	18 - 22 febrero	11 - 16 marzo
Plena de floración	20 febrero - 3 marzo	14 - 25 marzo
Fin de floración	4 - 9 marzo	26 - 30 marzo



**Figura 4.** Crecimiento y desarrollo de frutos de ciruelo japonés (*Prunus salicina*) en 2016 en Texcoco, Estado de México, México.

**Figura 5.** Tiempo de caídas y amarre de frutos en ciruelo japonés (*Prunus salicina*) en Texcoco, Estado de México, México.



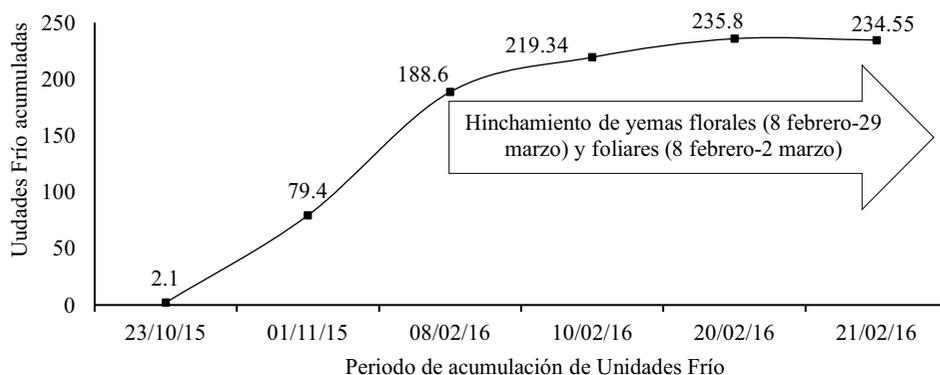
de roya (*Tranzschelia pruni-spinosae*) agravada en julio (mes de mayor precipitación) de ambos años. En 2015, los síntomas visibles de la enfermedad iniciaron el 26 de junio, el 6 de agosto comenzó la abscisión foliar del árbol y el 21 de septiembre finalizó dicha fase; respectivos procesos ocurrieron el 22 de junio, 6 de agosto y 18 de septiembre en 2016. La abscisión foliar tuvo inmersa la movilización de savia bruta y elaborada de las hojas a los órganos perennes (Reid, 1985), proceso fisiológico que explica el término del periodo de crecimiento vegetativo y la mayor acumulación radical general. Ocurrida la abscisión foliar, y no habiendo crecimiento vegetativo, el ecoletargo inició el 22 y 19 de septiembre en 2015 y 2016, respectivamente, y, aunque una característica de este tipo de letargo es, que cuando las condiciones desfavorables (caso roya) desaparecen el crecimiento se reanuda (Lang *et al.*, 1987), en ambos años no hubo tal reanudación debido a la llegada del otoño, estación del año en que las yemas entran en un periodo de inactividad controlado por el acortamiento de la duración del día (Caffarra *et al.*, 2011), combinado o no, con bajas temperaturas otoñales (Heide, 2008; Penfield, 2008); el ecoletargo concluyó el 22 de octubre de 2015 (Figuras 6, 7, y 8).

Utilizando el modelo de Vega *et al.* (1990), se determinó el inicio de la acumulación de UF el 23 de octubre de 2015, día de inicio del endoletargo. La necesidad de frío en cv. Methley es de 150-250 UF (Arbor Day Foundation, 2016; SFGATE, 2016), sin embargo, entre 188.6 y 235.8 UF provocaron el hinchamiento de yemas florales y foliares de los árboles a través del restablecimiento de su capacidad de crecer (Rohde y Bhalerao, 2007), asegurando el desarrollo regular de las yemas e impactando fases de desarrollo subsecuentes por medio de la supervivencia de estos órganos (Faust *et al.*, 1997)

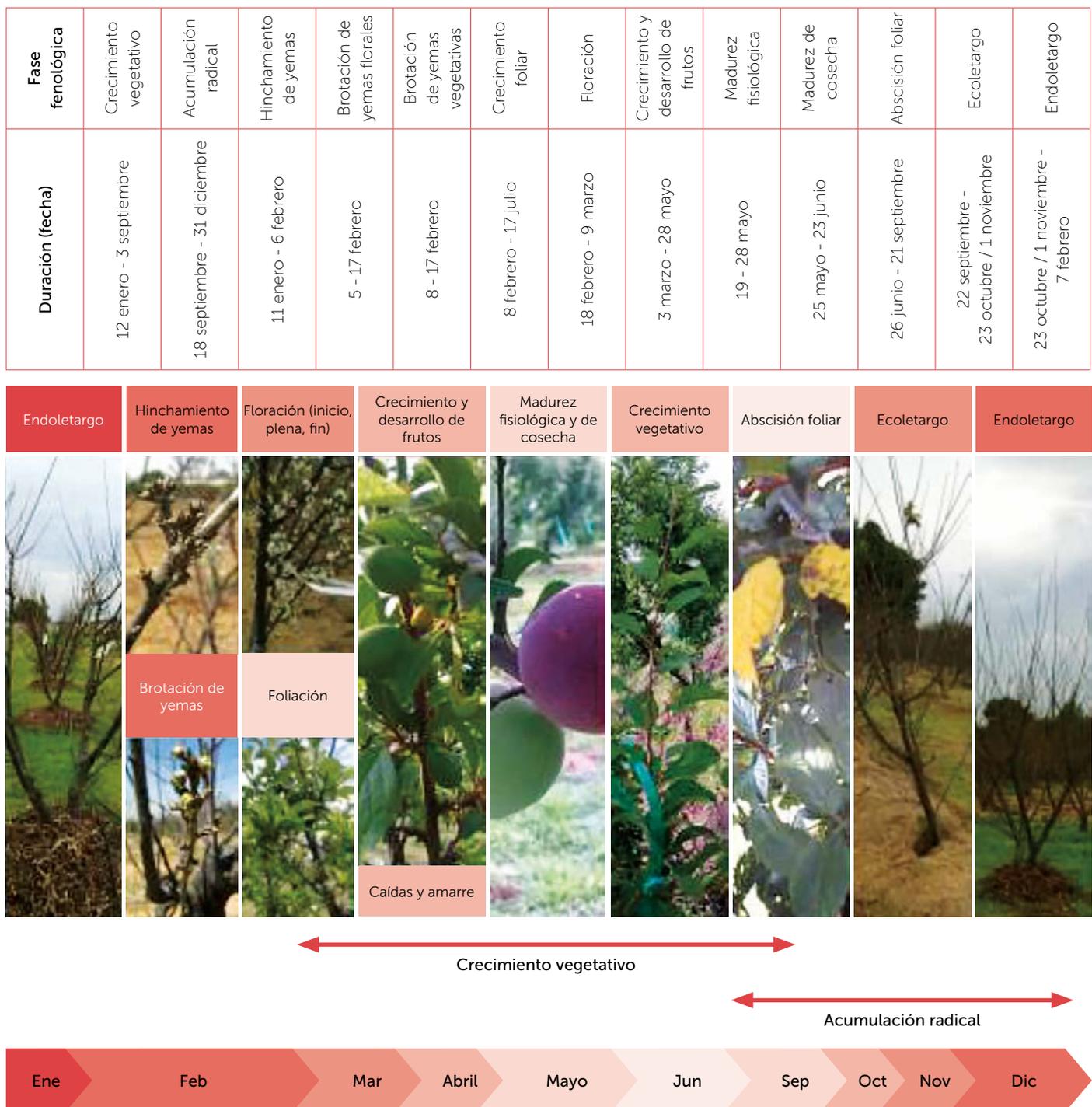
a través de actividad bioquímica interna de relaciones azúcar: almidón en la madera, que permitieron a los árboles resistir temperaturas invernales (Yelenosky, 1985). Las 188.6 a 235.8 UF permiten establecer un rango de necesidad de UF más acotado y probablemente más preciso que el reportado por Arbor Day Foundation (2016) y SFGATE (2016).

## CONCLUSIONES

Las condiciones adecuadas de humedad y temperatura del suelo permitieron la permanente acumulación radical, que fue mayor durante endoletargo. En 2015 y 2016, la T del aire fue adecuada para el cultivar; el crecimiento vegetativo mostró similar tendencia en ambos años. En 2015, el hinchamiento de yemas ocurrió en enero y febrero, y en 2016 en febrero y marzo; la brotación de yemas sucedió en febrero de 2015, y en marzo de 2016. En ambos años, el área foliar varió según las fases fenológicas presentes, siendo mayor desde la segunda etapa del crecimiento y desarrollo de frutos hasta madurez fisiológica. La floración dependió del almacenamiento interno de N y carbohidratos. El crecimiento y desarrollo de frutos tomó de 11 a 12 semanas, y fue caracterizado por una curva doble sigmoide con tres etapas de crecimiento; durante cada etapa ocurrió una caída de frutos, provocando un porcentaje de amarre muy por debajo de la media del cultivar. La madurez fisiológica de frutos duró 10 días en ambos años y la madurez de cosecha sucedió principalmente en junio. El inicio de la abscisión foliar fue estimulada por una infección de roya, y continuada por la estimulación causada al proceso de abscisión natural de los árboles; el ecoletargo se estableció en septiembre de ambos años, seguido por el endoletargo que, en 2015, inició el 23 de octubre y acumuló 235.8 UF que permitieron la activación de yemas en el siguiente ciclo productivo.

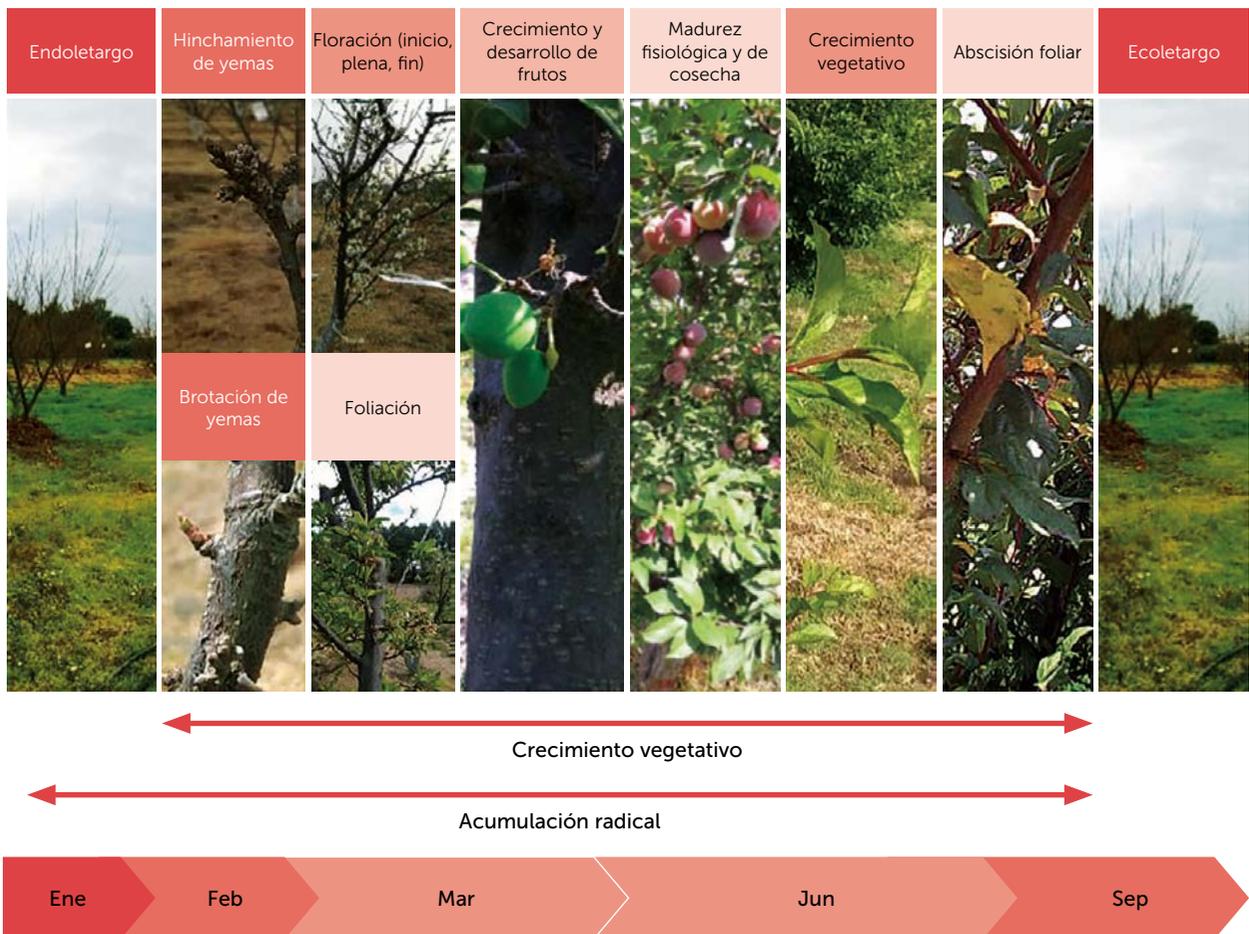


**Figura 6.** Acumulación de unidades frío (UF) de acuerdo con el modelo de Vega *et al.* (1990).



**Figura 7.** Diagrama de la fenología del ciruelo japonés cv. Methley injertado sobre ciruelo mirobolano, en Texcoco, México, en 2015.

Duración (fecha)	Fase fenológica
8 febrero - 4 agosto	Crecimiento vegetativo
1 enero - 5 agosto	Acumulación radical
8 febrero - 2 marzo	Hinchamiento de yemas
1 - 10 marzo	Brotación de yemas florales
3 - 11 marzo	Brotación de yemas vegetativas
8 febrero - 4 agosto	Crecimiento foliar
11 - 30 marzo	Floración
24 marzo - 10 junio	Crecimiento y desarrollo de frutos
31 mayo - 10 junio	Madurez fisiológica
6 - 23 junio	Madurez de cosecha
22 junio - 18 septiembre	Abscisión foliar
19 septiembre - sin determinar	Ecoletargo
sin determinar	Endoletargo



**Figura 8.** Diagrama de la fenología del ciruelo japonés cv. Methley injertado sobre ciruelo mirobolano, en Texcoco, México, en 2016.

## LITERATURA CITADA

- Agustí M. 2004. Fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. pp. 33, 62-63, 280-281, 284-285.
- Arbor Day Foundation. 2016. Methley plum. *Prunus salicina*. Consultado el 3 de abril de 2016. <https://www.arborday.org/trees/TreeGuide/TreeDetail.cfm?ItemID=907>
- Bellini E., Bini G. 1978. La fertilità nelle piante da frutto. Consiglio Nazionale Ricerche. Regione Emilia-Romagna. Società Orticola Italiana. Milano, Italia. pp. 403-422.
- Burgos L.A. 1984. Fases fenológicas de cultivos tropicales y templados. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 191 p.
- Caffarra A., Donnelly A., Chuine I. 2011. Modelling the timing of *Betula pubescens* budburst. II Integrating complex effects of photoperiod into process-based models. *Climate Research* 46: 159-170.
- Calderón A.E. 1977. Fruticultura general. El esfuerzo del hombre. Editorial ECA. México, D.F. 759 p.
- Cobianchi D., Bergamini A., Cortesi A. 1989. El ciruelo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 281 p.
- Cossio V.L.E.; Salazar G.S., González D.I.J.L., Medina T.R. 2008. Fenología del aguacate 'Hass' en el clima semicálido de Nayarit, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14: 319-324.
- de Fina A.L., Ravello A.C. 1973. Climatología y fenología agrícolas. EUDEBA. Buenos Aires, Argentina. pp. 201-224.
- Faust M., Erez A., Rowland L.J., Wang S.Y., Norman H.A. 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release. *HortScience* 32: 623-629.
- Fernandez E.R. 1996. Planificación y diseño de plantaciones frutales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 220 p.
- García E. 1988. Modificaciones al Sistema Climático de Köppen. 4ta ed. Instituto de Geografía. UNAM. Ciudad de México. pp. 79-86.
- Heide O.M. 2008. Interaction of photoperiod and temperature in the control of growth and dormancy of *Prunus* species. *Scientia Horticulturae* 115: 309-314.
- Jackson D.I., Coombe B.G. 1966. Morphological changes during development and the effects of various tree factors. *Australian Journal of Agricultural Research* 17: 465-477.
- Kolesnikov V. 1971. The root system of fruit plants. Mir Publishers. Moscow, Russia. 287 p.
- Lang G.A., Early J.D., Martin G.C., Darnell R.L. 1987. Endo, para, and ecodormancy: Physiological terminology and classification for dormancy research. *HortScience* 22: 371-377.
- León G.A.G. 1994. Primera aproximación al ciclo fenológico del ciruelo (*Prunus salicina* Lindl.) cv. Songold en la zona de San Felipe, quinta Region, Chile. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso Chile. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BIBACL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=018513>
- Meier U. 1997. Growth stages of plants. Blackwell Wissenschaftsverlag. Berlin, Germany. pp. 55-57.
- Neilsen D., Millard P., Neilsen G.H., Hogue E.J. 1997. Sources of N for leaf growth in a high-density apple (*Malus domestica*) orchard irrigated with ammonium nitrate solution. *Tree Physiology* 17: 733-739.
- Otero S.M.A., Ruiz P.L.M., Becerril R.A.E., Michel A.A.C., Barrios A.A., Ariza, F.R. 2005. Fenología, fisiología y producción de llama (*Annona diversifolia* Saff.). *Agroproductividad* 8(2): 12-19.
- Ovando C., Becerril R.A.E., Mosqueda V.R., Serrano A.V. 1993. Análisis del crecimiento de tres portainjertos y dos cultivares de limón mexicano en vivero. *Agrociencia* 4: 59-70.
- Penfield S. 2008. Temperature perception and signal transduction in plants. *New Phytologist* 179: 615-627.
- Polito S.V. 1981. Flower and fruit development. In: Prune orchard management. University of California. Special Publication. 156 p.
- Reid S.M. 1985. Ethylene and abscission. *HortScience* 20: 45-50.
- Rocha A.J.L., Salazar G.S., Barcenas O.A.E., González D.I.J. L., Cossio V.L.E. 2011. Phenology of 'Hass' Avocado in Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2: 303-470.
- Richardson E.A., Seeley S.D., Walker D.R. 1974. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' Peach trees. *HortScience* 9: 331-332.
- Rohde A., Bhalerao R. 2007. Plant dormancy in the perennial context. *Trends in Plant Science* 12: 217-223.
- Ryugo K. 1988. Fruit Culture, Its Science and Art. John Wiley and Sons. New York, USA. 344 p.
- Schmülling T. 2002. New insights into the functions of cytokinins in plant development. *Journal of Plant Growth Regulation* 21: 40-49.
- Seeley E.J., Kammereck R. 1977. Carbon Flux in Apple Trees: The Effects of Temperature and Light Intensity on Photosynthetic Rates. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 102: 731-733
- SFGATE. 2016. The Chilling Requirements for a Methley Plum Tree. Consultado el 3 de abril de 2016. <http://homeguides.sfgate.com/chilling-requirements-methley-plum-tree-55867.html>
- Shaw P.E., Chan H.T.J., Steven N. 1998. Tropical and Subtropical Fruits. Agscience Inc. Auburndale, Florida, USA. 570 p.
- Tabuenca M.C. 1965. Influencia del clima en plantaciones frutales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza, España. 297 p.
- Vega N.R., Aceves N.L.A., Trujillo A.J., Arriaga R.R. 1990. Generación y aplicación de modelos agroclimáticos a la fenología de la palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), en Canatlán, Durango. *Agrociencia* 24: 89-100.
- Warnock R., Valenzuela J., Trujillo A., Madriz P., Gutiérrez M. 2006. Área foliar, componentes del área foliar y rendimiento de seis genotipos de caraota. *Agronomía Tropical* 56: 21-42.
- Watada A.E., Herner A.A., Kader R.J., Romani R.J., Staby G.L. 1984. Terminology for the description of developmental stages of horticultural. *HortScience* 19: 20-21.
- Westwood N.W. 1978. Temperature Zone Pomology. Ed. Freeman Co. San Francisco, California, USA. 427 p.
- Whiley A.W. 1990. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. En: producción, postcosecha y comercialización de paltas. Facultad de Agronomía-FAO. Universidad Católica de Valparaíso. Viña del Mar, Chile. pp. 1-25.
- Wolstenholme B.N., Whiley A.W. 1989. Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. *South African Avocado Growers Association Yearbook* 12: 33-37.
- Yelenosky G. 1985. Cold hardiness in citrus. *Horticultural Reviews* 7: 201-238.



# PESO ESPECÍFICO DE HOJA Y CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO DURANTE LA FENOLOGÍA DEL CIRUELO JAPONÉS CV. METHLEY

## SPECIFIC LEAF WEIGHT AND LEAF NITROGEN CONCENTRATION DURING THE PHENOLOGY OF JAPANESE PLUM CV. METHLEY

González-Pérez, J. S.<sup>1,2</sup>; Becerril-Román, A. E.<sup>1\*</sup>, Quevedo-Nolasco, A.<sup>1</sup>, Velasco-Cruz, C.<sup>1</sup>; Jaén-Contreras, D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Hidalgo No. 1213, Colonia Centro, Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México.

\*Autor por correspondencia: [becerril@colpos.mx](mailto:becerril@colpos.mx)

### ABSTRACT

**Aim:** To determine the tendencies and effects of Specific Leaf Weight and Leaf Nitrogen Concentration during the phenology of Japanese Plum cv. Methley.

**Design/methodology/approach:** Twenty healthy trees with excellent general structure were selected through a quota sampling. The dates of beginning and end of the phenological phases were determined. Statistical correlations were made between Specific Leaf Weight and Leaf Nitrogen Concentration with phenological phases that implied a logical relationship between variables and a bivariate distribution. The degree and type of association between variables was analyzed through Spearman correlation coefficients using the SAS|CORR procedure in SAS\_studio University Version 2016 for Windows.

**Results:** The highest Specific Leaf Weight in 2015 and 2016 occurred during harvest maturity, and in both years decreased during the last period of vegetative growth; this index is significantly correlated with the vegetative and fruit growth. In 2015 and 2016, the highest Leaf Nitrogen Concentration occurred during harvest maturity; in both years the lowest Leaf Nitrogen Concentration occurred during the last stage of fruit growth and development; this index has a significant negative correlation with the vegetative and fruit growth.

**Study limitations/implications:** Such Specific Leaf Weight as Leaf Nitrogen Concentration decreased during fruit growth and development, affecting fruit percentage.

**Findings/conclusions:** Radical accumulation influences the decrease of Specific Leaf Weight and Leaf Nitrogen Concentration in Japanese plum cv. Methley.

**Key words:** *Prunus salicina*, *Prunus cerasifera*, Spearman, photosynthesis, dry matter.

## RESUMEN

**Objetivo:** Conocer las tendencias y efectos del Peso Específico de Hoja y Concentración de Nitrógeno en Hojas en la fenología del ciruelo japonés cv. Methley.

**Diseño/metodología/aproximación:** A través de un muestreo por cuotas fueron seleccionados veinte árboles sanos con íntegra estructura general. Se determinaron las fechas de inicio y fin de las fases fenológicas. Se realizaron correlaciones estadísticas del Peso Específico de Hoja y Concentración de Nitrógeno en Hojas con fases fenológicas que supusieron una lógica relación entre variables y una distribución bivariada. El grado y tipo de asociación entre variables fue analizado a través de coeficientes de correlación de Spearman mediante el procedimiento SAS|CORR en SAS\_studio University Version 2016 para Windows.

**Resultados:** El mayor Peso Específico de Hoja en 2015 y 2016 ocurrió durante madurez de cosecha, y en ambos años disminuyó durante el último periodo del crecimiento vegetativo; este índice está significativamente correlacionado con el crecimiento vegetativo y de frutos. En 2015 y 2016, la mayor Concentración de Nitrógeno en Hojas ocurrió durante madurez de cosecha; en ambos años la menor Concentración de Nitrógeno en Hojas ocurrió durante la última etapa del crecimiento y desarrollo de frutos; este índice tiene una significativa correlación negativa con el crecimiento vegetativo y de frutos.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Tanto el Peso Específico de Hoja como la Concentración de Nitrógeno en Hoja disminuyeron durante el crecimiento y desarrollo de frutos, afectando el porcentaje de amarre de estos.

**Hallazgos/conclusiones:** La acumulación radical influye en la disminución del Peso Específico de Hoja y Concentración de Nitrógeno en Hojas en ciruelo japonés cv. Methley.

**Palabras clave:** *Prunus salicina*, *Prunus cerasifera*, Spearman, fotosíntesis, materia seca.

fenológica, debido a la acumulación de almidón y su efecto sobre el desplazamiento del agua (Hansen *et al.*, 1982). Asimismo, existen diferencias del PEH en cultivares con diferentes patrones, asociadas a variaciones en las tasas fotosintéticas (Nava y Villegas, 1994). Por otra parte, la concentración de nitrógeno en la hoja (CNH) es un factor determinante en la tasa fotosintética por unidad de Área Foliar (Calderón *et al.*, 1997), siendo el N el elemento de mayor importancia en el crecimiento de los árboles (Zekri y Obreza, 2003). La disponibilidad del N contenido en hojas determina la cantidad de producción de frutos (Lewis *et al.*, 1964; Monselise *et al.*, 1983), y, el suministro foliar de N es benéfico, si el obtenido y transportado desde las raíces es insuficiente para el requerimiento vegetal general (Weinbaum *et al.*, 1984). El objetivo de la investigación fue determinar las tendencias y efectos del PEH y CNH en la fenología del ciruelo japonés cv. Methley, así como el grado de correlación de ambos índices con determinadas fases fenológicas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio experimental y material vegetal

La investigación se realizó de septiembre de 2015 a agosto de 2016, en el Colegio de Postgraduados (19° 29' L. N., 98° 54' L. O., altitud de 2252 m), clima semiseco, templado de altura, con verano cálido, temperatura media anual de 15.2°C, precipitaciones todo el año (verano lluvioso; media anual 590 mm; porcentaje de lluvias invernales menores al 5% respecto al total anual), poca oscilación térmica y marcha anual de la temperatura tipo Ganges (García, 1988). El suelo es un migajón-arenoso, 1.95% de materia orgánica y pH=6.68.

## INTRODUCCIÓN

Las fases fenológicas son expresiones externas de procesos fisiológicos internos que operan bajo condiciones ambientales cambiantes (Gu *et al.*, 2003). Estos procesos revelan conocimiento subyacente de cambios de masa y energía entre las plantas y su ambiente (Fitzjarrald *et al.* 2001; Schwartz y Crawford, 2001), por lo que son importantes en el estudio de la fenología (Gu *et al.*, 2003). En este contexto, el Peso Específico de Hoja (PEH) y Concentración de Nitrógeno en Hoja (CNH) son índices que estiman la fotosíntesis y actividad del N (Warnock *et al.*, 2006) durante la fenología, a través de evaluaciones sencillas, rápidas y representativas (Reyes *et al.*, 2000).

El peso específico de hoja (PEH) evidencia actividad fotosintética para el alcance de una máxima Área Foliar (AF) y crecimiento vegetativo (Secor *et al.*, 1982). En ciruelo europeo, las hojas en fases fenológicas lejanas a letargo tienen PEH más altos, que aquellas temporalmente cercanas a esta fase

El huerto es de ciruelo japonés cv. Methley injertado sobre ciruelo mirobolano, de 4 años de edad (año de primera producción uniforme de frutos; media de 14.55 kg árbol<sup>-1</sup>), plantados en marco real (4×4 m) y formación Tatura; se realiza retiro de hijuelos y deshierbes con desbrozadora manual y de cuchillas, riego por goteo (gasto de agua de 16 L h<sup>-1</sup> por árbol), mantenimiento de coberturas orgánicas y encalado de troncos a inicio del endoletargo.

### Selección del material vegetal

A través de un muestreo por cuotas fueron seleccionados veinte árboles con altura y anchura del dosel de 1.8 y 1.5 m, respectivamente, notable sanidad, libres de síntomas visuales de trastornos nutricionales e íntegra estructura general.

### Variables respuesta

**Fases fenológicas.** Con el método de Otero *et al.* (2005), fue registrado el inicio y fin de las fases fenológicas propuestas por Meier (1997). La determinación de la acumulación del crecimiento radical se realizó mensualmente, de acuerdo con la modificación de la metodología de Cossio *et al.* (2008).

**Peso específico de hoja.** Desde que las hojas eran maduras (Taiz y Zeiger, 2006) y hasta senescencia foliar, etapa en la que toma lugar el flujo reverso, semanalmente se midió el área de veinte hojas de cada árbol con un integrador (LI-COR, Inc.<sup>®</sup>, modelo LI-3100, USA); posteriormente, las hojas se secaron en estufa de aire forzado (Napco<sup>®</sup>, modelo 620, EUA) a 70 °C por 72 h, se obtuvo su peso seco con una balanza digital (Aslep<sup>®</sup>, modelo EY-2200<sup>®</sup>, EUA) y fue calculado el PEH=Peso seco(mg)/área foliar (cm<sup>2</sup>).

**Concentración de nitrógeno en hojas.** Las hojas secas utilizadas en la variable PEH, fueron molidas con un mortero para determinar su concentración de N, mediante la metodología de Kjeldahl (Chapman y Pratt, 1961).

**Análisis estadístico.** Se analizó el grado y tipo de asociación existente entre variables fisiológicas y fases fenológicas, que supusieron una lógica relación entre variables y una distribución bivariada, a través de coeficientes de correlación de Spearman mediante el procedimiento SAS|CORR en SAS\_studio University Version 2016 para Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las fechas de ocurrencia de las fases fenológicas se muestran en el siguiente Cuadro 1.

**Peso Específico de Hoja.** En 2015, el mayor PEH ocurrió el 11 de junio durante el último lapso del crecimiento vegetativo (Figura 1). Se evidenció la actividad fotosintética (Secor *et al.*, 1982) que provocó tanto la máxima AF ocho días después (Figura 2), como el último crecimiento vegetativo significativo (Figura 3). El PEH fue constante del 18 de junio al 23 de julio, únicamente ocurría crecimiento vegetativo y acumulación radical.

La posterior disminución del índice, provocó la detención del crecimiento vegetativo previo al inicio de abscisión foliar, y se debió a la movilización de almidón foliar por el agua (Hansen *et al.*, 1982), como parte del flujo reverso de savia para acumular carbohidratos en órganos permanentes (Reid, 1985), y sostener la siguiente floración, foliación y fructificación (Ramírez, 1991). Esta tendencia de PEH fue similar a la observada en ciruelo

**Cuadro 1.** Fases fenológicas, del ciruelo japonés cv. Methley injertado sobre ciruelo Mirobolano.

Fase fenológica	Fecha de ocurrencia en 2015	Fecha de ocurrencia en 2016
Crecimiento vegetativo (flujos)	18 de junio-3 de septiembre	7 marzo- 4 de octubre
Acumulación del crecimiento radical	21 de septiembre-31 de diciembre	1 de enero-5 de agosto
Floración	18 de febrero-9 de marzo	3-30 de marzo
Crecimiento y desarrollo de frutos	3 de marzo-28 de mayo	24 de marzo-10 de junio
Amarre y caída de frutos	Existió una caída de frutos en cada fase del desarrollo de éstos.	Existió una caída de frutos en cada fase del desarrollo de éstos.
Madurez fisiológica	19-28 de mayo	31 de mayo-10 de junio
Madurez de cosecha	25 de mayo-23 de junio	6-23 de junio
Abscisión foliar	26 de junio-21 de septiembre	22 de junio-18 de septiembre
Ecoletargo	22 de septiembre-22 de octubre	19 de septiembre-no determinado
Endoletargo	23 de octubre (2015)-7 de febrero (2016)	No determinado

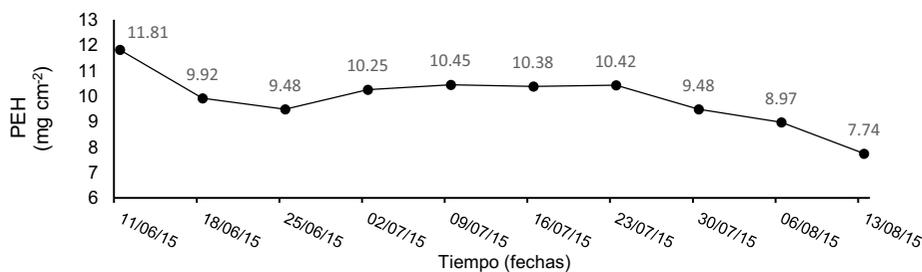


Figura 1. Peso Específico de Hoja (PEH) durante el ciclo productivo 2015.

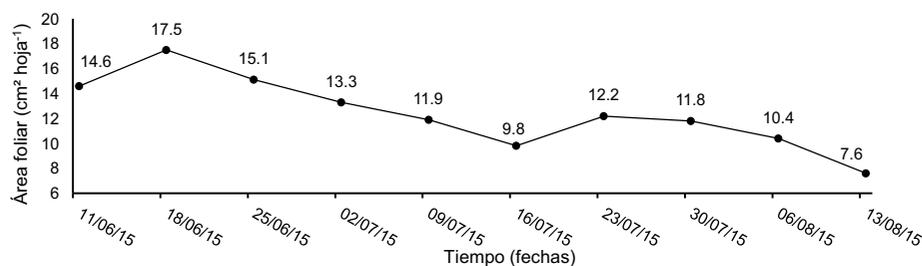


Figura 2. Evolución del área foliar (AF) del 11 de junio al 13 de agosto de 2015.

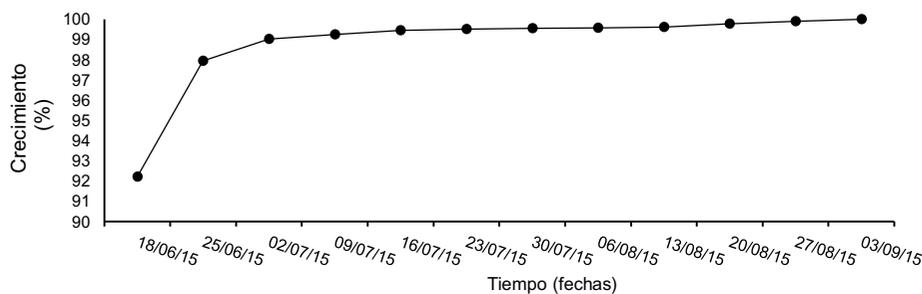


Figura 3. Crecimiento vegetativo (flujos) en el ciclo productivo 2015.

européa, cuyas hojas, en fases fenológicas lejanas a letargo, tuvieron pesos específicos más altos, que en hojas temporalmente cercanas a éste (Hansen *et al.*, 1982).

Durante el ecoletargo hubo acumulación radical, lo que corrobora la disminución del PEH debido a relaciones de repartición de biomasa (Ovando *et al.*, 1993), para su almacenamiento en raíces (Becerril *et al.*, 2009), como un proceso fisiológico que opera bajo condiciones ambientales cambiantes (Gu *et al.*, 2003).

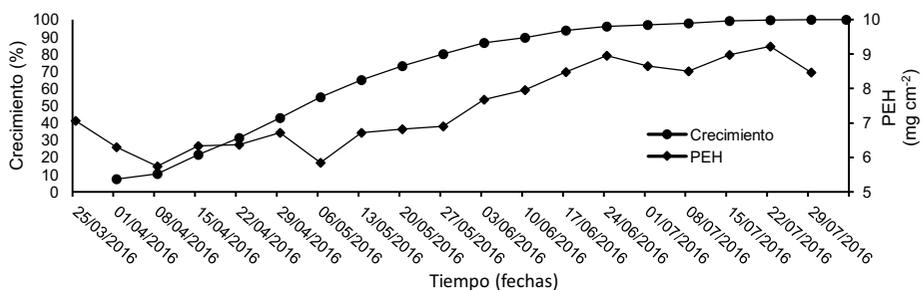


Figura 4. Correlación temporal entre crecimiento vegetativo (flujos) y PEH en 2016.

En el ciclo fenológico 2016, el PEH disminuyó a inicio del crecimiento vegetativo (Figura 4), fin floración (26-30 de marzo) e inicio de la etapa uno del crecimiento y desarrollo de frutos. El mayor porcentaje de caída de frutos (14.03), ocurrió durante la primera etapa de su crecimiento, lo que supone un efecto perjudicial del descenso de PEH a fructificación. Este índice incrementó del 8 al 28 de abril, mientras ocurría parte de la segunda etapa del crecimiento y desarrollo de frutos (22 de abril - 13 de mayo); ocurrió una segunda caída de menor severidad (1.58%) durante esta segunda etapa de crecimiento.

Esta tendencia se debió al abastecimiento de nutrimentos que las hojas hicieron a sí mismas, a frutos (Ramírez, 1991), ramas y raíces, y a la movilización de carbohidratos desde órganos permanentes (Reid, 1985). En otros frutales, la disminución de PEH se atribuye al crecimiento vegetativo, floración, amarre y desarrollo de frutos (Castillo, 1996).

El incremento del PEH (6 de mayo-23 de junio), concomitante a la tercera etapa del crecimiento de frutos (14 de mayo - 10 de junio) (Figura 5) y madurez fisiológica (31 de mayo - 10 de junio) y de cosecha (6 - 23 de junio), atenuó el porcentaje de la tercera caída de frutos (0.76%). Existe dependencia de almidón almacenado en hojas por parte de los frutos (\*Spearman=0.93, Figura 6), debido a que la división y expansión celular del pericarpio dependen de la importación de carbohidratos fotosintetizados y transportables que entran al pericarpio por haces vasculares (Moore-Gordon, 1997).

El incremento del PEH hasta el 4 de agosto (Figura 4), simultáneo al

crecimiento vegetativo y acumulación radical (Figura 6), se debió a la maduración de hojas y acumulación de fotoasimilados (Castillo, 1996), que sucede en los árboles frutales previo a la abscisión foliar (6 de agosto-18 de septiembre) (Caffarra et al., 2011), fase provocada por la temperatura otoñal (Heide, 2008; Penfield, 2008), que promueve la detención de crecimiento de la parte aérea, con la consecuente acumulación de carbohidratos (Chang, 1981). Estos carbohidratos son útiles para el crecimiento vegetativo, diferenciación floral y fructificación (Marini y Sowers, 1990) del siguiente ciclo fenológico. Fue determinado un significativo coeficiente de correlación de \*Spearman=0.94 entre el PEH y crecimiento de ramas. En este aspecto, las podas de formación evitan el crecimiento desordenado de ramas de los árboles y permiten una elevada fotosíntesis, en razón de mantenerse una alta eficiencia de captación de energía lumínica, que, a su vez, genera más ramas, estableciendo un mutuo beneficio, debido a que el crecimiento foliar y la diferenciación de yemas se produce a medida que el meristemo apical progresa (Agustí, 2004).

### Concentración de Nitrógeno en Hojas.

En 2015, durante madurez de cosecha (6-23 de junio), ocurrió un incremento y reducción de CNH (11-25 de junio) determinado por la producción de frutos (Lewis et al., 1964; Monselise et al., 1983). La mayor CNH coincidió con el máximo crecimiento vegetativo (Figura 7) y mayor AF (Figura 2), porque este elemento contribuye a la síntesis de biomasa (Nelson y Cox, 2009), a través del crecimiento de tallos (Pearman et al., 1977) y tamaño de hojas

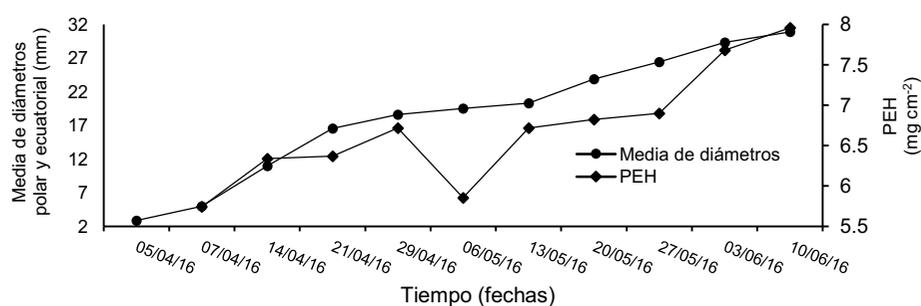


Figura 5. Correlación temporal entre PEH y diámetro de frutos en 2016.

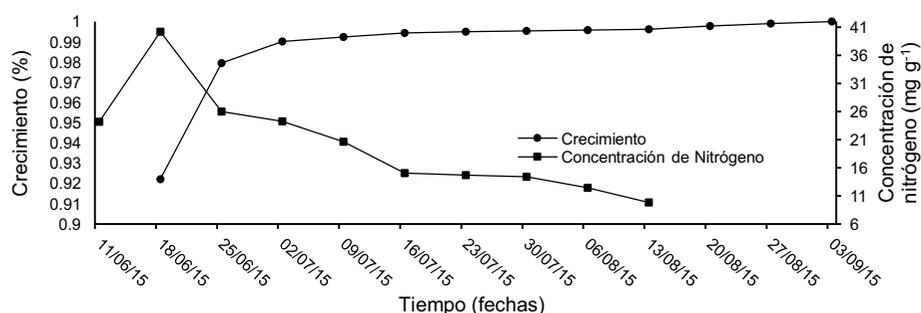


Figura 6. Correlación temporal entre crecimiento vegetativo (flujos) y contenido de nitrógeno en 2015.

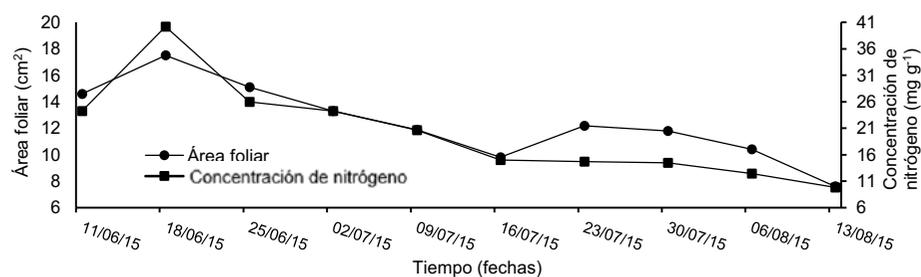
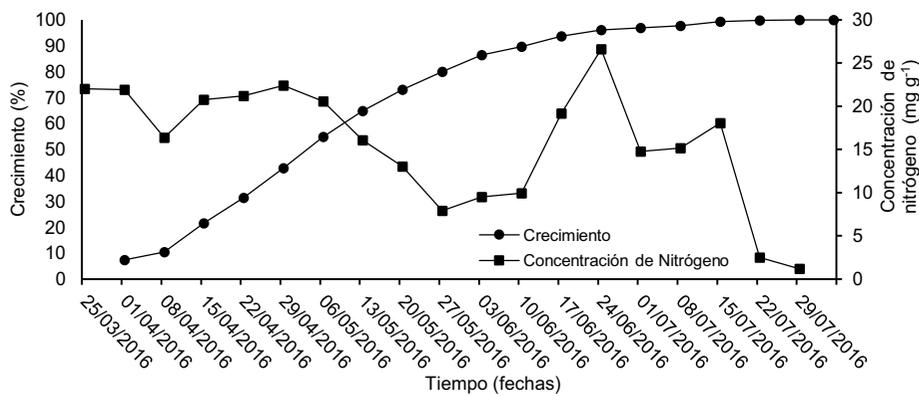


Figura 7. Correlación temporal entre área foliar y concentración de nitrógeno en 2015.

(McCullough et al., 1994). El CNH y AF tuvieron una significativa correlación de \*Spearman=0.89 (Figura 8). Siete días antes de la máxima CNH ocurrió el mayor PEH; mientras que el almidón acumulado en hojas puede ser movilizado (Hansen et al., 1982), el N permanece constante, debido a la estricta economía que las plantas hacen del uso de macromoléculas sintetizadas con este elemento (Nelson y Cox, 2009).

El paulatino descenso de CNH después del 26 de junio, fue simultáneo a la disminución del crecimiento vegetativo y previo a abscisión foliar. Esto se debió a que el N es movilizado de la savia foliar a órganos permanentes (Reid, 1985), para almacenarlo durante letargo, ya que, el crecimiento foliar temprano y floración del siguiente ciclo fenológico, usan N re-movilizado desde órganos de almacenamiento (Sánchez, 2002). La movilización de N foliar a raíces durante abscisión foliar, coadyuvó para la mayor acumulación radical general observada, principalmente, en el letargo (21/10/2015–21/02/2016), debido al almacenamiento de N en la madera y corteza de raíces de los árboles (Millard y Gwen-aelle, 2010).

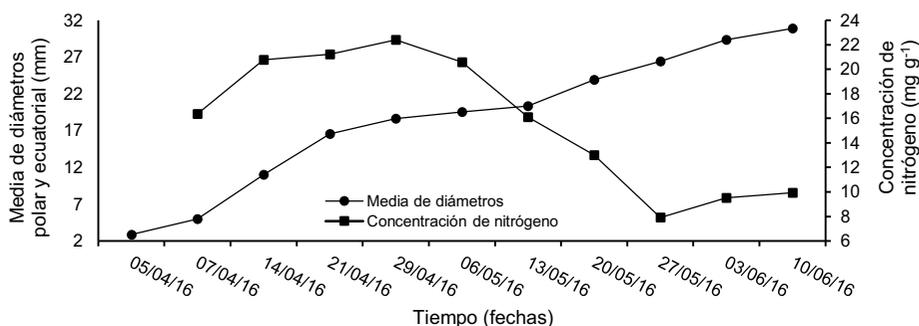


**Figura 8.** Correlación temporal entre crecimiento vegetativo (flujos) y concentración de nitrógeno en 2016.

Del 24 al 31 de marzo de 2016, ocurrió el primer periodo estable de CNH (Figura 9), fue simultáneo a los dos últimos días de plena floración (14 - 25 de marzo) y fin de floración (26 - 30 de marzo), y se debió a que la floración hizo uso del N derivado de la re-movilización desde órganos de almacenamiento (Sánchez, 2002). El descenso de la concentración de N, el 7 de abril, ocurrió a inicio del crecimiento de hojas, ramas y frutos, porque estas fases fenológicas demandan de N foliar cuando el nitrógeno transportado desde raíces, es insuficiente para el requerimiento vegetal general (Weinbaum et al., 1984).

Del 8 al 28 de abril, la CNH incrementó solamente en un 10%, simultáneamente al inicio de la segunda etapa de crecimiento de frutos, crecimiento vegetativo e incremento de AF y PEH, asociado a la disminución del crecimiento de frutos, durante la lignificación del endocarpio y crecimiento del endospermo y embrión (Jackson y Coombe, 1966), y al abastecimiento de nutrimentos por parte de hojas en su papel de órganos fuente (Taiz y Zeiger, 2006).

Durante la tercera etapa del crecimiento y desarrollo de frutos, madurez fisiológica y de cosecha, crecimiento vegetativo y acumulación radical, disminuyó el CNH, y la AF y el PEH variaron (5 de mayo - 14 de julio). Las oscilaciones de los valores de los índices fisiológicos fueron afectadas por la simultaneidad de fases fenológicas y la relación entre la fotosíntesis y CNH, ya que, en condiciones de campo, la fotosíntesis fluctúa durante el día, mientras que



**Figura 9.** Correlación temporal entre crecimiento y desarrollo de frutos y concentración de nitrógeno en hojas en el ciclo productivo 2016.

el N foliar y clorofila permanecen prácticamente constantes (Ryugo, 1988). También existió influencia por parte del portainjerto sobre el PEH (Nava y Villegas, 1994). La definitiva disminución del CNH redujo la tasa de crecimiento vegetativo y la duración de adherencia de hojas en los árboles (Novoa y Loomis, 1981), previo a abscisión foliar.

En 2015 y 2016, los coeficientes de correlación entre el crecimiento vegetativo y CNH fueron  $-1$  (significativo) y  $-0.55$  (N.S.), respectivamente, hecho que muestra la dependencia que el crecimiento vegetativo tiene del N. La detención de flujos vegetativos está asociada a la disminución del N en hojas (Chandler, 1951), por esto es importante el N almacenado en los órganos perennes (Millard y Proe 1991, Neilsen et al. 1997) y el suministrado por raíces en la primavera (Millard, 1997). Además, los primordios foliares crecen y la diferenciación de yemas axilares se produce, a medida que el meristemo apical progresa (Agustí, 2004). Una correlación \*Spearman =  $-0.78$ , mostró la dependencia que el crecimiento de frutos tiene del N contenido en hojas, debido a la contribución en aminoácidos y nucleótidos (Nelson y Cox, 2009), promoviendo un mayor número y tamaño de células (Hewitt, 1963), que propician un mayor volumen de órganos (McCullough et al., 1994).

## CONCLUSIONES

En el ciclo productivo 2015, el PEH descendió simultáneamente con la detención del crecimiento vegetativo, disminución del AF y abscisión foliar. En el ciclo productivo 2016, el mayor PEH ocurrió durante la finalización de floración e inicio de la etapa uno del crecimiento de frutos,

y descendió durante la segunda etapa del crecimiento de frutos. El PEH está significativamente correlacionado con el crecimiento vegetativo y de frutos.

En 2015, la CNH ascendió y descendió con la presencia de frutos; en 2016 disminuyó simultáneamente con el inicio de crecimiento de frutos, hojas y ramas, e incrementó durante la segunda fase del crecimiento y desarrollo de frutos, favoreciendo la reducción de la caída de éstos. El conocimiento de la CNH, permitiría prevenir un bajo porcentaje de amarre de frutos, a través de la realización oportuna de fertilizaciones nitrogenadas.

## LITERATURA CITADA

- Agustí, M. 2004. Fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. pp. 33, 62-63, 280-281, 284-285.
- Becerril R. A. E., Jaén C. D., Parra Q. R. A., Ibáñez M. A., Rebolledo M. A., Gutiérrez R. N. 2009. El sistema radical, ¿'héroe desconocido' en la agricultura sostenible (especies frutales)?'. Agricultura Sostenible vol. 6. Ed. Universidad Autónoma de Chiapas y Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible. 12 pp.
- Bellini, E., Bini, G. 1978. La fertilità nelle piante da frutto. Consiglio Nazionale Ricerche. Regione Emilia-Romagna. Società Orticola Italian. Milano, Italian. pp. 403-422.
- Caffarra, A., Donnelly, A. y Chuine, I. 2011. Modelling the timing of *Betula pubescens* budburst. II Integrating complex effects of photoperiod into process-based models. *Climate Research*, 46:159-170.
- Calderón Z., Rodríguez, A. J. G., Becerril R. A. E., Livera, M. M., Colinas, L. M. T. 1997. Fertilización foliar nitrogenada en la fotosíntesis y el desarrollo de durazno en producción forzada. *Agrociencia*, 31: 291-296.
- Castillo G. A. M. 1996. Fluctuación anual de carbohidratos y nutrimentos en relación al amarre de frutos de aguacate (*Persea americana* Mill) cv. Colín V-33. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 137 pp.
- Chandler, W. H., Brown, D. S. 1951. Deciduous orchards in California winters. *California Agricultural Extension Service Circ*, 179: 1-38.
- Chang, J. 1981. Corn yield in relation to photoperiod, night temperature, and solar radiation. *Agricultural Meteorology*, 24:253-262.
- Chapman, H. D., Pratt, P. F. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences. Berkeley, CA. 243 pp.
- Chen, K., Hu, G.Q., Lenz, F. 1997. Training and shading effects on vegetative and reproductive growth and fruit quality of apple. *Gartenbauwissenschaft* 5: 207-213.
- Cossio, V. L. E., Salazar, G. S., González, D. I. J. L., Medina, T. R. 2008. Fenología del Aguacate 'Hass' en el Clima Semicálido de Nayarit, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 14(3): 325-330.
- Fitzjarrald, D. R., Acevedo, O. C., Moore, K. E. 2001. Climatic consequences of leaf presence in the eastern United States. *Journal Climate*, 14: 598-614.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema Climático de Köppen. 4ta ed. Instituto de Geografía. UNAM. 217 pp.
- Gu, L., Post W. M., Baldocchi D., Black T. A., Verma S. B., Vesala T., Wofsy S. C. 2003 Phenology of vegetation photosynthesis. In *Phenology: an integrative environmental science* (ed. Schwartz M. D.) Dordrecht, The Netherlands: Kluwer. 467-485 pp.
- Hansen, P., Ryugo, K., Ramos, D. E., Larry, F. 1982. Influence of Cropping on Ca, K, Mg and Carbohydrate Status of "French" Prune Trees Grown on Potassium Limited Soils. *Journal American Society of Horticultural Science*, 107(3): 511-515.
- Heide, O.M. 2008. Interaction of photoperiod and temperature in the control of growth and dormancy of *Prunus* species. *Scientia Horticulturae*. 115: 309-314.
- Hewitt, E. J. 1963. The essential nutrient elements requirements and interaction in plants. In: F.C. Steward (ed.). *Plant physiology* Vol. III. Academic Press, New York. U.S.A. 137-362 pp.
- Jackson, D. I., Coombe, B. G. 1966. Morphological changes during development and the effects of various tree factors. *Australian Journal of Agricultural Research*, 17: 465-477.
- Lewis, L. N., Coggins, C. W., Hield, H. Z. 1964. The effect of biennial bearing and NAA on the carbohydrate and nitrogen composition of Wilking Mandarin leaves. *Proceedures of American Society for Horticultural Science*, 84: 147-151.
- Marini, R. P., Sowers, D. L. 1990. Net photosynthesis, specific leaf weight and flowering of peach as influenced by shade. *HortScience*, 25: 331-334.
- McCullough, D. E., Girardin, P., Mihajlovic, M., Aguilera, A., Tollenaar, M. 1994. Influence of N supply on development and dry matter accumulation of an old and new maize hybrid. *Canadian Journal of Plant Science*, 74: 471-477.
- Millard, P. 1995. Internal cycling of nitrogen in trees. *Acta Horticulturae*, 383: 3-14.
- Millard, P., Gwen-aelle, G. 2010. Nitrogen storage and remobilization by trees: ecophysiological relevance in a changing world. *Tree Physiology*, 30(9): 1083-1095.
- Millard, P., Proe, M. F. 1991. Leaf demography and the seasonal internal cycling of nitrogen in sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) seedlings in relation to nitrogen supply. *New Phytologist*, 117: 587-596.
- Monselise, S. P., Goldschmidt, E. E., Golomb, A., Rolf, F. 1983. Alternate bearing in citrus: long term autonomy of individual 'Michal' tangerine branches after one single girdling treatment. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 108: 373-376.
- Moore-Gordon, C. S. 1997. Aspects of avocado fruit growth and development: towards an understanding of the small fruit syndrome. Ph. D. Thesis, University of Natal. Durban, Sudáfrica. 284 pp.
- Nava, A., J., Villegas, M. A. 1994. Comportamiento en vivero de portainjertos tolerantes a la tristeza de los cítricos. *Proceedures of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*, 38: 86-89.
- Millard, P., Neilsen G. H., and Hogue, E. J. 1997. Sources of N for leaf growth in a high-density apple (*Malus domestica*) orchard irrigated with ammonium nitrate solution. *Tree Physiol*. 17: 733-739.
- Nelson, L. D., Cox, M. M. 2009. Lehninger. Principios de Bioquímica. 5ta edición. Ediciones Omega. Barcelona, España. pp. 682-683, 851-852.
- Novoa, R., Loomis, R. S. 1981. Nitrogen and plant production. In: J. Monteith and C. Webb (eds). *Soil water and nitrogen in Mediterranean-type environments*, Martinus- Nijhoff/Dr. W. Junk, The Hague. pp. 177-204.

- Otero S.M.A., Ruiz P.L.M., Becerril R.A.E., Michel A.A.C., Barrios A.A., Ariza, F.R. 2005. Fenología, fisiología y producción de llama (*Annona diversifolia* Saff.). *Agroproductividad* 8(2): 12-19.
- Ovando C., Becerril R. A. E., Mosqueda V. R., Serrano A. V. 1993. Análisis del crecimiento de tres portainjertos y dos cultivares de limón mexicano en vivero. *Agrociencia Serie Fitociencia* 4(4): 59-70.
- Pearman, I., Thomas, S. M., Thorne, G. N. 1977. Effects of nitrogen fertilizer on growth and yield of spring wheat. *Annals of Botany*, 41: 93-108.
- Penfield, S. 2008. Temperature perception and signal transduction in plants. *New Phytologist*. 179: 615-627.
- Ramírez, D. J. M. 1991. Efecto del clima en la calidad de los cítricos. 1er Congreso Internacional de Citricultura. Martínez de la Torre, Veracruz, México. 7-17 pp.
- Reid, S. M. 1985. Ethylene and abscisión. *HortScience*, 20(1): 45-50.
- Reyes, S. M. I., Villegas, M. A., Teresa, C. M., Calderón, Z. G. 2000. Peso específico, contenido de proteína y de clorofila en hojas de naranjo y tangerino. *Agrociencia*, 34: 49-55.
- Rocha A., J. L., Salazar-García, S., Barcenás-Ortega, A. E., González-Durán, I. J. L., Cossío-Vargas, L.E. 2011. Phenology of 'Hass' Avocado in Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(3): 303-470.
- Ryugo, K. 1988. *Fruit Culture, Its Science and Art*. John Wiley & Sons. New York. 344 pp.
- Sánchez, E. E. 2002. Nitrogen nutrition in pear orchards. *Acta Horticulturae*, 596: 653-657.
- Schwartz, M. D., Crawford, T. M. 2001. Detecting energy balance modifications at the onset of Spring. *Physical Geography*, 22: 394-409.
- Secor, J., McCarty, D. R., Shibbes, R., Green, D. E. 1982. Variability and selection for leaf photosynthesis in advanced generation of soybean. *Crop Science*, 22: 255-258.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2006. *Fisiología vegetal*. 3ra edición. Universitat Jaume I. Castelló de la Plana, España. 400, 764, 961,976 pp.
- Thorup, K. K., Kirkegaard, J. 2016. Root system-based limits to agricultural productivity and efficiency: the farming systems context. *Annals of Botany*, 118: 573-592.
- Vega, N. R., Aceves N, L. A., Trujillo, A. J., Arriaga, R. R. 1990. Generación y aplicación de modelos agroclimáticos a la fenología de la palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), en Canatlán, Durango. *Agrociencia*, 24: 89-100.
- Warnock, R., Valenzuela, J., Trujillo, A., Madriz, P., Gutiérrez, M. 2006. Área foliar, componentes del área foliar y rendimiento de seis genotipos de caraota. *Agronomía Tropical*, 56(1): 21-42.
- Watada, A. E., Herner, A. A., Kader, R. J., Romani, R. J. y Staby, G. L. 1984. Terminology for the description of developmental stages of horticultural. *Crops. HortScience*, 19:20-21.
- Weinbaum, S. A., Klein, I., Broadbent, F. E., Micke, W. C., Muraoka, T. T. 1984. Effects of time of nitrogen application and soil texture on the availability of isotopically labeled fertilizer nitrogen to reproductive and vegetative tissue of mature almond trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 109: 339-343.
- Zekri M., Obreza T.A. (2003): *Plant Nutrients for Citrus Trees*. Extension Service Fact Sheet SL 200. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville. 5 pp.



# EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y PERFIL ENDÓCRINO EN OVEJAS PRIMALAS EN BUENA CONDICIÓN CORPORAL SUPLEMENTADAS CON GRASA DE SOBREPASO

## REPRODUCTIVE EFFICIENCY AND ENDOCRINE PROFILE IN PRIMIPAROUS EWES IN GOOD BODY CONDITION SUPPLEMENTED WITH BYPASS FAT

Nieto-Aquino, R.<sup>1</sup>; Rabanales-Morales, J.L.<sup>2</sup>; Sánchez-Torres, M.T.<sup>2\*</sup>; Figueroa-Velasco, J.L.<sup>2</sup>; Salinas-Ríos, T.<sup>3</sup>; Martínez-Aispuro, J.A.<sup>2</sup>; Cordero-Mora, J.L.<sup>2</sup>; Rodríguez-Ortega, L.T.<sup>1</sup>; Vargas-Monter, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Huejutla. Ingeniería en Agronomía con especialidad en Zootecnia. Huejutla de Reyes. Hidalgo, México. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. <sup>3</sup>Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Oaxaca, Oaxaca, México.

\*Autor para correspondencia: teresa@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the effect of the addition of bypass fat in primiparous ewes in good body condition (CC 3) on the reproductive variables and serum levels of insulin (INS) and progesterone (P<sub>4</sub>).

**Design/methodology/approach:** A completely randomized design was used. Forty-four primiparous ewes were randomly distributed in two experimental groups: 1) In the AGS group (n=22) ewes added with 75 g of bypass fat during a period of 25 d; 2) in the SGS group (n=22) ewes without additional fat. Estrus synchronization was performed using the CIDR device for 11 d, and ewes in estrus were served. To determine serum concentrations of P<sub>4</sub> and INS, blood samples were collected every 48 h during supplementation.

**Results:** Estrus onset and presentation were not different. No differences were found in gestation and prolificacy, nor changes for the mean P<sub>4</sub> in serum. Serum INS concentrations showed differences during the synchronization d 8-14.

**Limitations of the study:** The addition of 75 g of bypass fat in ewes with BC 3 does not have effects on reproductive variables, therefore, is recommended to use it in ewes with low BC.

**Findings/conclusions:** The addition of bypass fat in primiparous ewes in BC 3 does not change P<sub>4</sub> concentrations; however, it causes variations in the concentrations of INS in blood serum without modifying the response in the reproductive variables.

**Key words:** Bypass fat, progesterone, insulin, ultrasonography, prolificacy, estrus.



## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el efecto de la adición de grasa de sobrepaso en ovejas primíparas en buena condición corporal (CC 3) sobre las variables reproductivas y niveles séricos de insulina (INS) y progesterona (P<sub>4</sub>).

**Diseño/metodología/aproximación:** El diseño experimental fue completamente al azar. Se utilizaron 44 ovejas distribuidas aleatoriamente: 1) En el grupo AGS (n=22) las ovejas recibieron 75 g de grasa de sobrepaso 2) En el grupo SGS (n=22) las ovejas permanecieron sin la adición de grasa. Se realizó la sincronización del estro con CIDR por 11 d, y las ovejas en estro recibieron monta. Para evaluar las concentraciones de P<sub>4</sub> e INS en suero, se colectaron muestras de sangre cada 48 h, durante la suplementación.

**Resultados:** La presentación e inicio del estro no fueron diferentes. No se encontraron diferencias en porcentaje de gestación, prolificidad, ni concentración de P<sub>4</sub> en suero. Las concentraciones de INS presentaron diferencias durante los días 8 a 14 de la sincronización.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** La adición de 75 g de grasa de sobrepaso en ovejas con CC 3 no afecta las variables reproductivas, se recomienda utilizarla en ovejas con baja CC.

**Hallazgos/conclusiones:** La adición de grasa de sobrepaso en ovejas primíparas en CC 3 no cambia las concentraciones de P<sub>4</sub>; sin embargo, causa variaciones en las concentraciones de INS en suero sanguíneo sin modificar la respuesta en las variables reproductivas.

**Palabras clave:** Grasa de sobrepaso, progesterona, insulina, ultrasonografía, prolificidad, estros.

Diversas investigaciones sugieren que la respuesta hormonal se modifica de acuerdo a la fuente energética (grasas y aceites de origen animal y vegetal). Espinoza *et al.* (2008) mencionan que la inclusión de 1.5% de grasa de sobrepaso en la dieta de ovejas pelibuey no afecta la ganancia de peso, las concentraciones de metabolitos de lípidos y P<sub>4</sub>, aunque cuando se incluye 1.2% de grasa bovina las concentraciones de INS se incrementan. Por su parte, Nieto *et al.* (2010) reportan que el suministro de 150 g de grasa protegida en ovejas multíparas durante un periodo corto (7 d) en la sincronización del estro, no modifica las variables reproductivas pero sí influye sobre las concentraciones de P<sub>4</sub>, INS y estradiol atribuido al estado corporal presente en este grupo de animales.

En este contexto, existe discrepancia en la determinación de los efectos del aporte energético y la condición corporal sobre la eficiencia reproductiva; por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar si la adición de grasa de sobrepaso como fuente energética durante un periodo largo (25 d) influye en las variables reproductivas y concentraciones séricas de P<sub>4</sub> e INS en ovejas primíparas con buena condición corporal (CC 3) durante la sincronización del estro.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la unidad ovina de la granja experimental del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, en Texcoco, Estado de México. La granja se localiza a 98° 48' 27" de longitud oeste y a 19° 48' 23" de latitud norte, a 2241 msnm (García, 1988). El manejo de los animales se realizó de acuerdo a las normas de ética y bioseguridad del Consejo de Organiza-

## INTRODUCCIÓN

**La relación** entre nutrición y reproducción en rumiantes es compleja, y existen distintos factores que pueden influir las respuestas a nivel del hipotálamo, glándula pituitaria y ovario (Rekik *et al.*, 2007). Si bien se ha determinado que el estado nutricional y corporal en los animales domésticos repercute directamente sobre su actividad reproductiva (Rae *et al.*, 2002), los mecanismos mediante los cuales la nutrición afecta la reproducción no están bien determinados en su totalidad, pero se estima que son mediados por cambios en los niveles de hormonas metabólicas (Scaramuzzi *et al.*, 2006).

El uso de grasas en la alimentación de rumiantes tiene como objetivo incrementar el contenido de energía en la dieta y permite comprender los procesos metabólicos entre la mejora de condición corporal (CC) y el balance energético positivo de las hembras. No obstante, la adición de grasas en la dieta modifica los niveles séricos de insulina (INS), hormona que se considera una de las principales señales del estado metabólico del animal, que pueden alterar la frecuencia y la concentración de hormona luteinizante (Downing y Scaramuzzi, 1997) además de mejorar la respuesta ovárica al interactuar con glucosa y leptina (Viñoles *et al.*, 2005). Así mismo, la adición de grasa en la dieta incrementa las concentraciones de colesterol en circulación, lo que origina una mayor síntesis de progesterona (P<sub>4</sub>) en las células luteales que se asocian con aumento en la tasa de concepción (Robinson *et al.*, 2002).

ciones Internacionales en Ciencias Médicas (CIOMS, 1986), en cumplimiento con la ley mexicana (NOM-062-ZOO-1999) para el uso de animales en experimentación (DOF, 2001).

### Animales y tratamientos

Se utilizaron 44 ovejas primíparas de las razas Dorset, en época reproductiva, con un peso promedio de  $48 \pm 4.2$  kg y una condición corporal (CC) de 3 (escala de 1 a 5), además de una ecografía transrectal con un ultrasonido Sonovet 600 (Medison, Inc., Cypress, California, EUA) para determinar que no se encontraran gestantes.

Las ovejas se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos experimentales: 1) en el grupo AGS ( $n=22$ ) las ovejas fueron adicionadas con 75 g de grasa de sobrepeso; 2) en el grupo SGS ( $n=22$ ) ovejas permanecieron sin la adición de grasa de sobrepeso. Todas las ovejas se alimentaron con heno de avena (*Avena sativa*) *ad libitum* y 600 g de alimento comercial con 14% de proteína cruda (PC) y 2.4 Mcal  $\text{kg}^{-1}$  de energía metabolizable (EM), de acuerdo a los requerimientos nutricionales para ovinos (NRC, 2007), además de agua a libre acceso. Sólo al tratamiento AGS se le adicionó 75 g de grasa de sobrepeso (PALMAVIT<sup>®</sup>, 6.4 Mcal  $\text{kg}^{-1}$  EM) durante un periodo de 25 d antes del retiro del dispositivo intravaginal.

Se determinó el espesor de grasa dorsal (GD) y área del músculo longissimus dorsi (AML) como referente de la CC en las ovejas, con un ultrasonido Sonovet 600 y un transductor de 7.5 Mhz; la medición se realizó en posición perpendicular a la línea media dorsal, entre la doceava y treceava costilla, en el costado derecho de la oveja (Silva et al., 2005). Durante el estudio se realizaron dos mediciones de GD y AML, correspondientes al inicio y final de la suplementación.

### Sincronización del estro

Para la sincronización del estro en las ovejas se utilizó dispositivo intravaginal CIDR (0.3 g de progesterona, Zoetis<sup>®</sup>), por un periodo de 11 d. Dos d antes del retiro del dispositivo se aplicaron 65 mg de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  (cloprostenol, Celosil<sup>®</sup>, Schering-Plough) vía intramuscular (i.m.). La monta se llevó a cabo con machos de fertilidad probada en intervalos de ocho horas posteriores al estro detectado y la gestación se confirmó a 30 d del apareamiento por ultrasonografía.

### Toma de muestras y análisis de laboratorio

Se colectaron muestras de sangre (5 mL) mediante pun-

ción de la vena yugular a las 08:00 h (en ayuno). Para determinar la concentración de  $P_4$  e INS en suero, las muestras se colectaron cada 48 h, desde el inicio de la suplementación hasta el retorno al estro. Todas las muestras se centrifugaron a 1500 g a 4 °C durante 15 min; el suero sanguíneo fue separado y almacenado en tubos de polipropileno para su conservación a -20 °C. Los análisis de  $P_4$  se realizaron mediante ensayo inmunoenzimático (ImmunoMetrics, UK Ltd, 280 Muster Road, London SW6 6BQ). La sensibilidad analítica fue de 0.13 ng  $\text{mL}^{-1}$  con coeficiente de variación intra e inter ensayo de 9.59 y 13.7 %, respectivamente. La determinación de las concentraciones de INS se realizó por RIA con una sensibilidad de 4.09 ng  $\text{mL}^{-1}$  y coeficientes de variación intra e inter ensayo de 1.44 y 0.25%, respectivamente.

### Análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar, en donde cada oveja representó una unidad experimental. Los porcentajes de presentación de estros y gestación fueron analizados a través de la prueba de  $\chi^2$  por medio del PROC FREQ. Para el inicio y duración del estro, GD y AML, se realizó un análisis de varianza por medio del PROC GLM y la prueba de comparación de medias de Tukey. Para la concentración de  $P_4$  e INS se realizó un análisis de varianza de mediciones repetidas a través del tiempo por medio del procedimiento PROC MIXED. Todos los procedimientos fueron realizados por medio del SAS (2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Grasa dorsal y área del músculo longissimus dorsi

Al final del estudio la GD fue similar ( $P>0.05$ ) entre el tratamiento SGS ( $3.062 \pm 0.04$  mm) y el grupo AGS ( $3.00 \pm 0.04$  mm), sin embargo, para el AML se encontró diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) siendo mayor en el grupo suplementado con grasa (AGS:  $1102.08 \pm 26.27$   $\text{mm}^2$ ), respecto al grupo sin suplementar (SGS:  $999.66 \pm 25.43$   $\text{mm}^2$ ).

Los resultados de GD obtenidos en el presente experimento no mostraron diferencias entre tratamientos por la adición de grasa de sobrepeso, respuesta similar reportan Nieto et al. (2010) en ovejas con alta grasa dorsal, suplementadas con grasa protegidas durante la sincronización del estro. No obstante, contrastan con los obtenidos por Bhatt et al. (2013), quienes encontraron que las grasas cálcicas influye en la deposición de GD en ovinos con mayor ganancia de peso y mejor CC final.

Los resultados del AML fueron mayores en el grupo AGS, lo cual concuerda con los hallazgos reportados por Bhatt *et al.* (2013), presentando mejoras en la composición y tamaño del músculo *longissimus dorsi* cuando se suplementó de 20 a 40 g kg<sup>-1</sup> de grasa protegida en ovejas Malpura.

**Presentación e inicio del estro**

La presentación del estro en respuesta a la sincronización no mostró diferencias (P>0.05) entre tratamientos, registrándose 100% de estros para ambos grupos experimentales. El inicio del estro no fue diferente entre tratamientos, presentándose a las 35.2±2.4 h en el grupo AGS y a las 38.5±3.10 h en el grupo SGS.

Referente a la respuesta e inicio del estro no se encontraron efectos por la adición de grasa de sobrepeso entre los tratamientos, lo cual concuerda con Jaramillo *et al.* (2015), al evaluar el efecto de la adición de grasas protegidas (37.5 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>), durante la sincronización de ovejas con esponjas intravaginales y la aplicación de 200 UI de gonadotropina serica de yegua preñada (eCG) al momento de retiro de la esponja, y Akbarinejad *et al.* (2012) al evaluar diferentes niveles y perfil de ácidos grasos en dietas sobre el desarrollo reproductivo de ovejas.

Los resultados obtenidos en este trabajo también coinciden con Ali (2007), quien observó un inicio de estro de 32 h, mientras que Mustafa *et al.* (2007), reportan un inicio de estro de 34.5 h posteriores el retiro del dispositivo intravaginal, con administración de 500 UI de eCG.

**Gestación y prolificidad**

No se encontraron diferencias

(P>0.05) en la tasa de gestación y prolificidad por efecto de la adición de grasa de sobrepeso en la alimentación. La tasa de gestación en las ovejas a los 30 d posterior a la monta fue del 90.9% para el grupo SGS y de 100% para el grupo AGS. De igual manera, se presentó un índice de prolificidad de 1.05 para el grupo SGS y de 1.09 para las ovejas AGS, respectivamente.

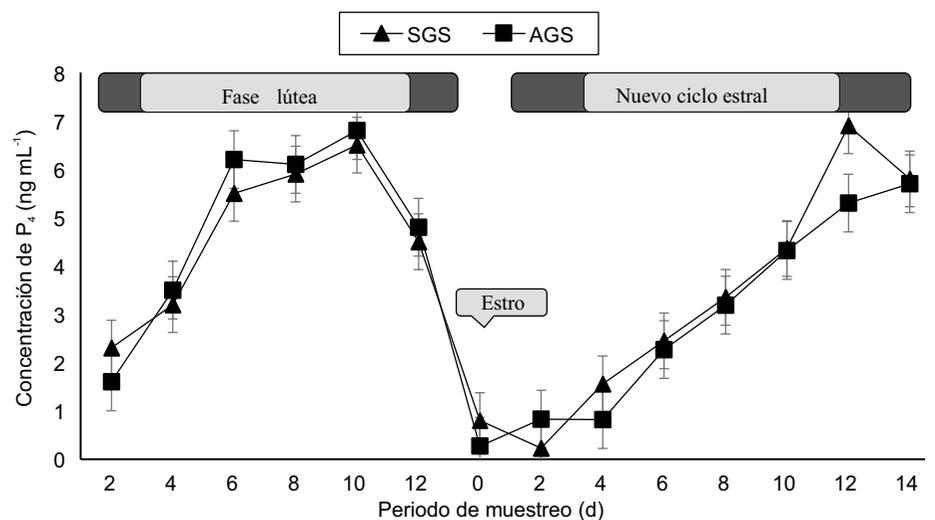
La adición de grasa de sobrepeso en la dieta de ovejas durante la sincronización del estro no presentó efectos sobre la tasa de gestación y prolificidad. Sin embargo, cuando los animales se encuentran bien alimentados y cubren sus necesidades nutricionales mejoran su peso y CC a diferencia de un animal desnutrido, lo que favorece un equilibrio hormonal que coadyuva a los procesos de foliculogénesis y esteroidogénesis (Santos *et al.*, 2008); por lo tanto, la inclusión de grasas protegidas en la alimentación de ovejas con excelente CC 3 para mejorar los parámetros reproductivos resulta ser impráctico (Dos Santos *et al.*, 2017). Nieto *et al.* (2010) re-

portan que la inclusión de grasa de sobrepeso solo tiene efectos en gestación y prolificidad cuando las ovejas presentan una baja CC 2 incrementando hasta un 20% en estas variables; sin embargo, en ovejas de buena CC 3 los resultados son semejantes a los obtenidos en este experimento del 80 al 100% de ovejas gestantes y de 1.20 a 1.28 el índice de prolificidad.

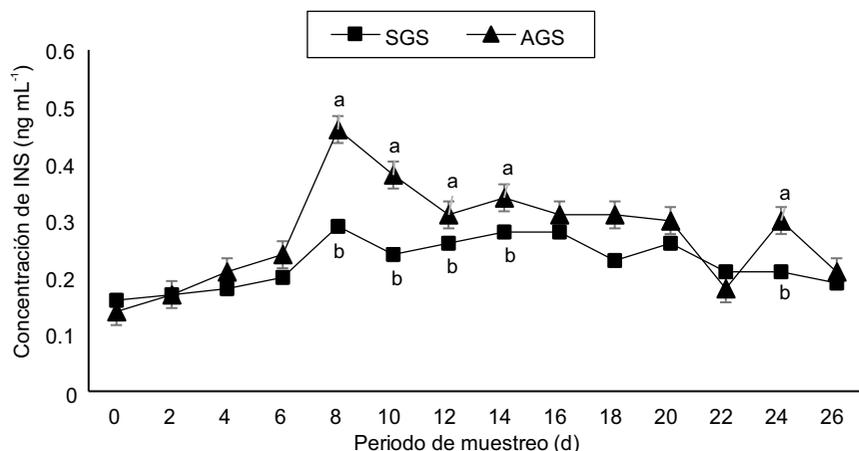
**Concentraciones de P<sub>4</sub> e INS en suero sanguíneo**

No se encontraron diferencias entre tratamientos (P>0.05) para las concentraciones promedio de P<sub>4</sub> (AGS: 5.62±0.40 vs. SGS: 5.28±0.42 ng mL<sup>-1</sup>; Figura 1) en suero durante la sincronización del estro y posterior al ciclo estral por la adición de grasa de sobrepeso; sin embargo, por efecto de interacción de los d 8 al 14 y 24 el grupo suplementado AGS presentó incrementos en las concentraciones de INS (P≤0.05; AGS: 0.37±0.01 vs. SGS: 0.22±0.01 ng mL<sup>-1</sup>; Figura 2).

En este contexto, los resultados en las diversas investigaciones se



**Figura 1.** Concentración de progesterona en suero (media ± error estándar) en ovejas primilas adicionadas con grasa de sobrepeso durante la sincronización del estro. SGS: Grupo de ovejas sin adición de grasa de sobrepeso. AGS: Grupo de ovejas adicionadas con 75 g de grasa de sobrepeso.



**Figura 2.** Concentración de insulina en suero (media  $\pm$  error estándar) en ovejas primaras adicionadas con grasa de sobrepaso durante la sincronización del estro.

SGS: Grupo de ovejas sin adición de grasa de sobrepaso.

AGS: Grupo de ovejas adicionadas con 75 g de grasa de sobrepaso

<sup>a, b</sup> Valores con distinta literal entre líneas son diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

presentan de manera contradictoria y compleja; Nieto et al. (2010), encontraron que la concentración de  $P_4$  fue mayor en ovejas sin la adición de grasa protegida respecto a las suplementadas; sin embargo, sus resultados difieren con lo obtenido por algunos autores (Espinoza et al., 2008; Bhatt et al., 2013), donde las concentraciones de  $P_4$  en ovejas fueron menores en hembras testigo, comparadas con las que recibieron grasa de sobrepaso (ácidos grasos de cadena larga con sales de calcio).

Se ha reportado que la inclusión de ácidos grasos poliinsaturados en la dieta influyen sobre la concentración de  $P_4$  en suero (Robinson et al., 2002), éste efecto podría ser mediado por una secreción temprana de prostaglandinas (PG)  $F_{2\alpha}$ , debido a que los ácidos grasos poliinsaturados tienen la capacidad de estimular la síntesis de  $PGF_{2\alpha}$  a través de competencia enzimática, en particular por el ácido linoleico, principal sustrato en la conversión del ácido araquidónico y precursor de las  $PGF_{2\alpha}$  (Mattos et al., 2004). Al respecto, Espinoza et al. (2010) mencionan que las grasas incrementan la concentración de  $P_4$  durante la fase lútea del ciclo estral, modulando la síntesis de  $PGF_{2\alpha}$  en el útero, mejorando la calidad y capacidad de desarrollo tanto del ovocito como del embrión.

Por otra parte, las concentraciones de INS en suero mostraron efecto por la interacción de la adición de grasa de sobrepaso durante los d 8 al 14 en la sincronización del estro; resultados similares presentan Hashem y Zarkouny (2014) quienes suplementaron con 50 g d<sup>-1</sup> de grasa protegida durante 9 d en la sincronización de ovejas múltiparas.

Se ha reportado que la suplementación con grasas protegidas (Megalac<sup>®</sup>) en ovejas y vacas disminuyen las concentraciones de INS en suero (Espinoza et al., 1997; Garnsworthy et al., 2008), debido al bajo consumo de materia seca ocasionado por el efecto negativo de las grasas en la fermentación ruminal. Sin embargo, en el presente estudio las ovejas AGS presentaron incrementos en las concentraciones de INS lo que indica un mejor estado metabólico que el grupo de ovejas SGS.

De acuerdo con Espinoza et al. (2008), la inclusión de 1.5% de grasas cálcicas en la dieta de ovejas no modifica la concentración de INS, sin embargo, en

el tratamiento con fuente de grasa bovina al 1.2% de la dieta las concentraciones de INS fueron mayores; Nieto et al. (2010) reportan que la adición de 150 g de grasa de sobrepaso (Megalac<sup>®</sup>) durante la sincronización del estro en ovejas no influye sobre secreción de INS, no obstante, señalan que ovejas con una CC 3 presentan incrementos en las concentraciones de INS respecto a ovejas de CC 2.

## CONCLUSIÓN

La adición de grasa de sobrepaso como aporte energético en ovejas primaras con CC 3 durante la sincronización del estro no cambia las concentraciones de  $P_4$ ; sin embargo, causa variaciones en las concentraciones de INS en suero sanguíneo, aunque esto no fue determinante para modificar la respuesta en las variables reproductivas.

## LITERATURA CITADA

- Akbarinejad V., Niasari-Naslaji A., Mahmoudzadeh H., Mohajer M. 2012. Effects of diets enriched in different sources of fatty acids on reproductive performance of zel sheep. Iranian Journal of Veterinary Research. 13: 310-316.
- Ali A. 2007. Effect of time of eCG administration of follicular response and reproductive performance of FGA-treated Ossimi ewes. Small Ruminant Research. 72: 33-37.
- Bhatt R.S., Sahoo A., Shinde A.K., Karim A.S. 2013. Change in body condition and carcass characteristics of cull ewes fed diets supplemented with rumen bypass fat. Livestock Science. 157: 132-140.
- CIOMS (Council for International Organizations of Medical Sciences). 1986. "International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals". CIOMS, Geneva, Switzerland.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2001. "Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999: Especificaciones técnicas para la

- producción, cuidado y uso de animales de laboratorio". México, D. F.
- Dos Santos M. P., Marcondes M. M., Sousa C.L., Moura A.R., Barbosa S. C. 2017. Productive and reproductive performances of Santa Inês ewes fed diets supplemented with protected fat in the postpartum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 52: 548-556.
- Downing J.A., Scaramuzzi R.J. 1997. The effect of the insulin during the luteal phase of the cycle on the ovulation rate and on the plasma concentrations of LH, FSH, and glucose in ewes. *Theriogenology* 47: 747-759.
- Espinoza J., Palacios L.A., Ortega R., Guillén A. 2008. Efecto de la suplementación de grasas sobre las concentraciones séricas de progesterona, insulina, somatotropina y algunos metabolitos de los lípidos en ovejas Pelibuey. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 40: 135-140.
- Espinoza J.L., Ramírez-Godínez J.A., Simental S.S., Jiménez J., Ramírez R., Palacios A., De Lun R. 1997. Effects of calcium soaps of fatty acids on serum hormones and lipid metabolites in Pelibuey ewes. *Small Ruminant Research*. 26: 61-68.
- Espinoza V., Ortega P., Palacios E., Guillén T. 2010. Efecto de la suplementación de grasas sobre características productivas, tasas de preñez y algunos metabolitos de los lípidos en vacas para carne en pastoreo. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 42: 25-32.
- García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Primera parte. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 4 edición. México D. F.
- Garnsworthy P.C., Lock A., Mann G.E., Sinclair K.D., Webb R. 2008. Nutrition, metabolism, and fertility in dairy cows: 2. Dietary fatty acids and ovarian function. *Journal of Dairy Science*: 3824-3833.
- Hashem N.M., Zarkouny S.Z. 2014. Effect of short-term supplementation with rumen-protected fat during the late luteal phase on reproduction and metabolism of ewes. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 98: 65-71.
- Jaramillo D., Salem A., Sánchez D., Rojo R., Hernández M., Cano R., Vázquez A. 2015. Reproductive performance of pubertal alpine goats supplemented with bypass fat and minerals. *Life Science Journal*. 12: 113-116.
- Mattos R., Staples C. R., Thatcher W. W. 2000. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of Reproduction*. 5: 38-45.
- Mustafa Q. H., Ababneh M. M., Abu-Ruman D. S. 2007. The effects of short or long term FGA treatment with or without eCG on reproductive performance of ewes bred out-of-season. *American Journal of Animal Veterinary Science*. 2: 23-28.
- NRC (National Research Council). 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academy Press. Washington D. C.
- Nieto R., Sánchez-Torres M.T., Mejía O., Olivares L., Peralta J.J., Cordero J.L., Molina P., Cárdenas M. 2010. Grasa de sobrepeso en ovejas con diferente espesor de grasa dorsal, respuesta hormonal y principales variables reproductivas. *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias-LUZ*. 20: 665-673.
- Rae M. T., Kyle C. E., Miller D. W., Hammond A. J., Brooks A. N., Rhind S.M. 2002. The effects of undernutrition, in utero, on reproductive function in adult male and female sheep. *Animal Reproduction Science*. 72: 63-71.
- Rekik M.N., Lassoued H., Ben Salem M., Mahouachi M. 2007. Interactions between nutrition and reproduction in sheep and goats with particular reference to the use of alternative feed sources. *Options Méditerranéennes*. 74: 375-383.
- Robinson R.S., Pushpakumara P.G.A., Cheng Z., Peters A.R., Abayasekara D.R.E., Wathes D.C. 2002. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. *Reproduction* 124: 119-131.
- Santos J.E.P., Bilby T.R., Thatcher W.W., Staples C.R., Silvestre F.T. 2008. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. *Reproduction of Domestic Animals*. 43: 23-30.
- Scaramuzzi R.J., Campbell B.K., Downing J.A., Kendall N.R., Khalid M., Muñoz-Gutiérrez M., Somchit A. 2006. A review of effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reproduction Nutrition and Development*. 46: 339-354.
- Silva S.R., Gomes M.J., Dias da Silva A., Gil L.F., Azevedo J.M.T. 2005. Estimation *in vivo* of the body and carcass chemical composition of growing lambs by real-time ultrasonography. *Journal of Animal Science*. 83: 350-357.
- SAS (Statistical Analysis System Institute). 2009. SAS User's Guide: Statistics (Version 5). Cary, N.C. U.S.A. Inst. Inc.
- Viñoles C., Forsberg M., Martin G.B., Cajarville C., Repetto J., Meikle A. 2005. Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition effects follicle development due to an increase in glucose and metabolic hormones. *Reproduction* 129: 299-303.

# EFECTO DE PODAS TEMPRANAS EN TOMATE (*Solanum lycopersicum*) VAR. RAMSES PARA LA FORMACIÓN DE PLANTAS CON DOS TALLOS

## EFFECT OF EARLY PRUNNINGS ON TOMATO (*Solanum lycopersicum*) VAR. RAMSES FOR THE FORMATION OF PLANTS WITH TWO STEMS

Arébalo-Madrigal, M.<sup>1\*</sup>; Mérida-Reyes, J.L.<sup>1</sup>; Escalante-González, J.L.<sup>1</sup>; Yáñez-Coutiño, J.B.<sup>1</sup>; Osorio-Hernández, E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de la Selva. Unidad Académica Selva Negra Rayón. Entronque Toniná, Carretera Ocosingo-Altamirano, Col. Predio Latic, Ocosingo, Chiapas, México. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Ingeniería y Ciencias. Centro Universitario Adolfo López Mateo, Cd. Victoria, Tamaulipas, Mexico.

\*Autor para correspondencia: magaly\_agronomo@hotmail.com

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the effect of pruning of tomato on variables related to productivity.

**Design/methodology/approach:** The study was carried out in randomized complete block design, where the treatments were the control with two plants with just one stem, treatment 1 conformed by seedlings at double stems, and treatment 2 with seedlings originally having one stem and pruning was done once they were transplanted in the greenhouse.

**Results:** Plants having just one stem produced fruits with better quality indicators including weight and fruit size, while plants that conformed the treatments 1 and 2, with double stem produced a higher quantity of fruits, though they did not reach a size comparable to the control.

**Research limits/implications:** It should not be maintained constantly and heavy watering in the cultivation, due that these present fungous illnesses. The pruning at double stem should be made few days after germination for better results.

**Findings/ conclusions:** Pruning at two stem after transplantation and double stem at nursery level, obtained more quantity of fruits but not the adequate size neither the desired quality, due that both treatments have double stem and exist high competence of nutriments.

**Keywords:** Solanaceae, pruning, productivity, quality indicators.

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el efecto de las podas en tomate (*Solanum lycopersicum*) en variables productivas.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se realizó un experimento con diseño en bloques completos al azar, donde los tratamientos fueron el testigo que eran plantas a un solo tallo, tratamiento 1 conformado por plántulas a doble tallo, y el tratamiento 2 con plántulas de un solo tallo, cuya poda se hizo una vez que las plántulas estaban establecidas en el invernadero.

**Resultados:** Las plantas a un solo tallo produjeron frutos con mejores indicadores de calidad como lo son peso y tamaño del fruto, mientras que las plantas que conformaron los tratamientos 1 y 2, produjeron una mayor cantidad de frutos, aunque éstos no alcanzaron un tamaño equiparable al testigo.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:**

no se deben mantener riegos constantes y pesados en el cultivo, ya que se presenta enfermedades fungosas. Las podas a doble tallo se deben hacer a pocos días después de la germinación para mejores resultados.

**Hallazgos/conclusiones:** Las podas a dos tallos después del trasplante y doble tallo a nivel semillero, se obtuvo mayor cantidad de frutos pero no con el tamaño adecuado ni de calidad deseada, debido a que ambos tratamientos tienen doble tallo y existe alta competencia de nutrientes

**Palabras clave:** Solanaceae, podas, productividad, indicadores de calidad

**INTRODUCCIÓN**

**El tomate** (*Solanum lycopersicum*) tiene su centro de origen en la región de los Andes, que incluye los países de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. Aunque existe cierta controversia acerca del lugar donde se llevó a cabo su domesticación, la hipótesis más aceptada es que ésta ocurrió en México (Juárez *et al.*, 2012).

La producción de tomate en México se basa en el uso de híbridos comerciales principalmente del tipo bola, salade y cherry, provenientes de semilla mejorada con características de calidad alta de planta y de fruto (Berrospe *et al.*, 2015). En México la superficie de producción de hortalizas bajo invernadero aumentó de 300 ha a fines de la década de 1990 a más de 10,000 ha en 2010. La dispersión de los patógenos de la raíz es el principal riesgo en los sistemas hidropónicos cerrados (Schwarz *et al.*, 2010). Algunos patógenos que infectan la raíz pueden ser dispersados a través de la solución nutritiva (SN), por lo que la adopción de sistemas hidropónicos con recirculación se ha frenado (Sánchez *et al.*, 2014). Los patógenos que causan más problemas de enfermedades en la raíz son *Fusarium oxysporum*, *Verticillium* spp., *Pythium* spp. y *Phytophthora* spp., siendo estos dos últimos los más comunes en los sistemas hidropónicos con recirculación (Khalil y Alsanius, 2010; Stewart, 2011; González *et al.*, 2013). Una alternativa para solucionar estos problemas es la hidroponía o cultivo sin suelo, en el cual las plantas crecen en una solución nutritiva, con o sin un sustrato como medio de soporte lo cual permite desarrollar el sistema radical de las plantas en completa independencia del suelo (Sánchez *et al.*, 2014).

La mayoría de los cultivos en invernadero, entre ellos el tomate, se han desarrollado utilizando sistemas hidropónicos con o sin sustrato, incrementando así rendimiento y calidad en frutos (Preciado *et al.*, 2011). Los sustratos deben tener mayor retención de agua, aireación y facilidad para el desarrollo de las raíces, sirviendo como medio de anclaje a la planta, y pueden intervenir o no en la nutrición de la planta (Rodríguez *et al.*, 2013). Los cultivos sin suelo en los que se utilizan sustratos y se drena el exceso de SN se conocen como abiertos. La SN que drena es dirigida al suelo, infiltrándose en el sitio hasta encontrarse con aguas subterráneas o, en el mejor de los casos, se capta para su uso fuera del invernadero. Sin embargo, estos sistemas presentan desventajas importantes como un alto consumo de agua y fertilizantes, además de causar un impacto negativo en el ambiente. Los sistemas cerrados, a diferencia de los abiertos, presentan ventajas importantes por reusar la SN una vez que drena del sustrato, evitando su infiltración en el suelo y la contaminación ambiental. Además de permitir un bien ambiental, estos sistemas pueden retribuir al productor con un ahorro en agua y fertilizantes (Pardossi *et al.*, 2011; Sánchez *et al.*, 2014a, b; Moreno *et al.*, 2015).

La poda en tomate es una práctica importante en el cultivo, misma que puede mejorar la calidad del fruto y el rendimiento. Ante ello, la cultura de la poda se convierte en una práctica imprescindible para materiales de siembra de tomate de crecimiento indeterminado, la cual se realiza entre 15 y 20 días después del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello de la raíz y facilitando la realización del aporcado (Vera *et al.*, 2015). Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la poda temprana en el comportamiento agronómico de tomate para la formación de plantas con dos tallos en condiciones de hidroponía en invernadero.

**MATERIALES Y METODOS****Sitio de experimentación y establecimiento del cultivo**

El experimento se llevó a cabo durante los meses de mayo a octubre de 2017 en condiciones de invernadero de la Universidad Tecnológica de la Selva, Unidad Académica Selva Negra Rayón (17° 12' 14.8" N y 93° 01' 00.5" O) a 1394 m de altitud (Google Earth, 2018). Se empleó un invernadero tipo túnel con ventana cenital, con las siguientes dimensiones: largo 28 m, ancho 12 m, altura de la nave 5.35 m, altura lateral 3 m, altura cenital 1.35 m, abertura de la ventana cenital 1 m. El establecimiento del

cultivo se realizó en sustrato de fibra de coco con una composición de 50% de fibra y 50% de polvillo, a fin de lograr un adecuado desarrollo radicular de las plantas. Se establecieron tres plantas por slab, con perforaciones de 8 cm de diámetro cada una de ellas. La distancia de perforación de cada bolsa de fibra de coco fue como sigue: la primera perforación de 20 cm; segunda de 50 cm; y tercera de 80 cm. Posteriormente se hidrataron las bolsas de sustrato, agregándoles 20 L de agua por una de las perforaciones realizadas con anterioridad y se dejaron en reposo durante 2 días, para lograr la descompresión de la fibra y el polvillo, una vez que se cumplió el tiempo de remojo, se realizaron cortes en forma de T en la parte inferior de cada slab para drenar el agua, en cuanto el agua se drenó, se realizó un riego pesado durante 30 minutos para eliminar el exceso de sales contenido en la fibra y alcanzar una conductividad idónea en la fibra, dicho riego pesado se realizó durante tres días consecutivos.

El sistema de riego se instaló empleado poliducto de PVC color negro en el cabezal, para lo cual se perforó el poliducto con broca de 5/8, se colocaron empaques, conectores iniciales con válvula integrada de 16 mm, cintilla ciega, gotero autocompensante de  $8 \text{ L h}^{-1}$ , difusores cuádruples, microtubo de 6 mm, microestacas para riego localizado, tapones finales y estacas al final de cada línea de riego. Posteriormente se procedió a realizar amarres al final de cada línea para evitar que se movieran y se procedió a probar el sistema para revisar fugas.

### Trasplante de plantas de tomate en slab

La variedad empleada fue Ramses HMX7797, estableciendo tres plántulas por slab de fibra de coco, obteniendo así una densidad de siembra de 792 plantas. A los quince días después del trasplante se realizó la poda a las plántulas pertenecientes al tratamiento 2, proceso que se realizó retirando el meristemo apical, empleando un bisturí previamente esterilizado con alcohol etílico (de  $96^\circ \text{ GL}$ ) sin desnaturalizar.

### Manejo agronómico

En los tallos formados y el de las plantas de un solo tallo se evitó la proliferación de tallos secundarios a éstos, principalmente en la etapa vegetativa, los cuales causan competencia para los frutos y retrasa el crecimiento de la planta, que no son de interés. La actividad se realizó para evitar las condiciones favorables para las plagas y enfermedades, así como evitar competencias por luz y

nutrimentos al tallo principal; se eliminaron los brotes laterales durante todo el ciclo de producción. Esta actividad se realizó con ayuda de tijeras, desinfectándolas previamente en una solución de cloro a 200 ppm, para evitar la propagación de enfermedades.

Durante el día se programaron cinco riegos de 30 minutos cada uno, con la finalidad de proporcionar 1,200 mL por día a cada planta en promedio. Además, con este sistema se evita el riego en lugares donde no se requiere de agua y que de lo contrario afectaría con la aparición excesiva de malezas que podrían ser hospederos de plagas. Durante el ciclo del cultivo, se realizaron muestreos con el fin de detectar a tiempo los posibles problemas de plagas y enfermedades, para un control más eficiente. Se utilizó la metodología "cinco de oros" como unidad de muestreo, se seleccionaron cinco plantas que fueron divididas en hoja, flor o yemas vegetativas. Esta actividad se realizó durante las cuatro etapas fenológicas de las plantas. Dichos muestreos se realizaron cada 15 días para detectar los individuos que se encontraban en la unidad de producción.

La cosecha se realizó a los 60 días después del trasplante (DDT) de manera manual. Los frutos se colocaron en bolsas de polietileno debidamente rotuladas para su posterior identificación y cuantificación de los parámetros de estudio. El peso de cada fruto se realizó con el apoyo de una balanza analítica con una precisión de  $\pm 0.001 \text{ g}$ .

### Variables evaluadas

Para evaluar el efecto de los tratamientos y determinar la mejor opción de producción, se midieron las variables de comportamientos agronómico y productivo del cultivo: Días a Floración (DF), Días a Cosecha (DC), Número de Racimos por Planta (NRP), Número de Frutos por Racimo (NFR), Diámetro y Largo del Fruto (DF y LF, respectivamente). Además se determinó las Calidades de Frutos Producidos (CFP) y Rendimiento (REND), calculado a partir del número de frutos por racimo y el peso por fruto.

Las variables se tomaron a los 60 días después del trasplante.

### Diseño experimental y análisis de datos

Para este experimento se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar. Se emplearon seis bloques, cada uno fue integrado por 132 plantas y cada tratamiento conformado por un mínimo de 42 plantas



y un máximo de 48. Con los datos obtenidos se realizó el análisis estadístico empleando el programa Statistcal Analysis Softwatre (SAS) versión 9.0, realizando un análisis de varianza y prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa que los tipos de poda realizados en el cultivo de tomate en semillero, después del trasplante no presentaron diferencias estadísticas significativas en las variables número de racimos por planta (NRP) y número de frutos por racimos (NFR). Sin embargo para la variable total de fruto (NFT) arrojó una diferencia estadística (Cuadro 1) entre los tratamientos de los tipos de poda (realizados a nivel semillero y después del trasplante), en el que indica que al menos un tratamiento presentó diferencias estadísticas significativas, por lo que se considera que en los resultados obtenidos fueron efectos de las podas que se le realizaron a las plantas. El tratamiento 2, que consta de podas después de trasplante produjo un mayor número de frutos pero, con un grosor menor, aunque en el rendimiento no se observó diferencia estadísticamente significativa, lo demuestra que solo hubo variaciones en la percepción de la calidad del fruto. Las variables Grosor de Frutos (GF), Largo de Fruto (LF) y Peso de Fruto (PF) y variable rendimiento (REND) no mostraron diferencia significativa entre tratamientos.

En las comparaciones de medias (Cuadro 1), se observó que el cultivo de tomate bajo los tratamientos Plantas sin Poda (testigo), Poda después del Trasplante (tratamiento 1) y Poda en Semillero (tratamiento 2), no reflejaron diferencias estadísticas significativas entre sí. Sin embargo, en las variables de Número de Racimos por Planta y Número de Frutos por Racimos, se observaron diferencias numéricas entre tratamientos, en la que las plantas testigo mostraron mejor rendimiento, comparados con los resultados que reflejaron las plantas a dos podas. Lo anterior se soporta con trabajo realizado por Villamán (2015), quien menciona que al dejar un segundo eje,

éste compite por nutrientes, radiación solar y agua, afectando el desarrollo del primero, lo que causa un retraso en la producción, por lo que se debe utilizar cuando las condiciones ambientales permitan un periodo más largo de crecimiento.

De estos resultados se deriva que en condiciones óptimas es mejor el uso de poda de formación a un eje, lo que genera mayor rendimiento y número de frutos. La población de plantas que se desarrollan guiadas a un solo tallo manifiestan mayor número de frutos totales (NFT), en comparación con las poblaciones de plantas bajo el tratamiento de dos tallos (Poda después del Trasplante y Poda en Semillero), como se demuestra en este trabajo. De acuerdo con (Vera *et al.*, 2015), la poda de dos tallos por planta permite cosechar mayor cantidad de frutos de tamaño mediano y menor calidad en comparación de las plantas que no se les realiza poda. Este efecto es por la alta demanda de nutrientes que la planta requiere para poder sustentar dos tallos y producir frutos. Estos resultados difieren con los obtenidos ya que no se encontraron diferencia significativa entre los tratamientos en este estudio.

En general, el efecto de las podas en variables de rendimiento fue negativo, como se puede observar en grosor de frutos (GF), largo de fruto (LF), peso de fruto (PF) y rendimiento (REND). De acuerdo con Sandoval (2015), es posible obtener mayor rendimiento en la conducción a dos tallos en la planta, sin perder de vista a otros tipos de poda que tuvieron relativamente mejor calidad en cuanto a las variables de calidad, sobre todo en el diámetro ecuatorial y diámetro polar. Esto se debe al sistema de producción intensiva, los factores y aspectos tales como ambientales, nutricionales y agronómicos en dicha producción.

## CONCLUSIONES

En cuanto a las podas a dos tallos después del trasplante y doble tallo a nivel semillero, se obtuvo mayor cantidad

**Cuadro 1.** Comparación de medias de los tratamientos de las variables cuantificadas en tomate con diferentes sistemas de poda.

Treatmento	NRP	NFR	GF	LF	PF	REND	NFT
Planta sin podas	5.62 a	5.55 a	3.45 a	5.10 a	4.56 a	997.7 a	10.18 a
Poda después del trasplante	5.86 a	5.45 a	3.19 ab	4.98 b	32.74 b	109.1 a	9.39 ab
Poda en semillero	4.76 a	5.20 a	3.32 b	4.56 b	34.42 b	108.1 a	7.05 b

Medias con letras distintas para cada variable medida indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. NRP: Número de racimo por planta; NFR: Número de fruto por racimo; NFT: Número de Frutos Totales; GF: Grosor de frutos; LF: Largo de fruto; PF: Peso de fruto; REND Rendimiento; NFT: Numero de frutos totales.

de frutos pero no con el tamaño adecuado ni de calidad deseada, posiblemente debido a que ambos tratamientos tienen doble tallo y existe alta competencia de nutrientes.

## LITERATURA CITADA

- Berrospe.O. E.A., Saucedo.V. C., Ramírez. V. P., Ramírez. G. M.E. 2015. Comportamiento agronómico de plántulas de poblaciones nativas de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) en producción intensiva en invernadero. *Agrociencia* 49(6): 637-650.
- González A.A., Mateos. R.A., López M., Hernández M.L., González C.A., 2013. Alternativas para el manejo de damping off en plántulas de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill (Solanales: Solanaceae). *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan* 1: 1-10
- Juárez.L P., Castro.B. R., Colinas. L.T., Sandoval-Villa M., Ramírez-Vallejo P., Reed D.W., King S. 2012. Evaluación de características de interés agronómico de siete genotipos nativos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados en hidroponía. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 18: 207-216.
- Khalil S., Alsanius B.W. 2010. Evaluation of biocontrol agents for managing root diseases on hydroponically grown tomato. *Journal of Plant Disease and Protection* 117: 214-219.
- Moreno. P E.C., Sánchez del Castillo F., Gutiérrez. T. J., González. M. L., Pineda, P J. 2015. Greenhouse lettuce production with and without nutrient solution recycling. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 21: 43-55.
- Rodríguez. D.E., Salcedo. P.E., Rodríguez. M. R., González. E. D.R., Mena. M.S. 2013. Reúso del tezontle: Efecto en sus características físicas y en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Terra Latinoamericana* 31: 275-284.
- Sánchez C. F., Moreno. P E.D., Pineda. P. J., Osuna J.M., Rodríguez. P. J.E., Osuna. E. T. 2014. Producción hidropónica de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) con y sin recirculación de la solución nutritiva. *Agrociencia* 48: 185-197.
- Sandoval S.R. 2015. Evaluación de Poda a Uno, Dos y Tres Tallos en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Bajo Condiciones de Hidroponía en Invernadero. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Schwarz D., Beuch U., Bandte M., Fakhro A., Büttner C., Obermeier C. 2010. Spread and interaction of Pepino mosaic virus (PepMV) and *Pythium aphanidermatum* in a closed nutrient solution recirculation system: Effects on tomato growth and yield. *Plant Pathology* 59: 443-452.
- Pardossi A., Carmassi G., Diara C., Incrossi L., Maggini R., Massa D. 2011. Fertigation and Substrate Management in Closed Soilless Culture. *Università di Pisa. Pisa, Italia.*
- Preciado R. P., Fortis H.M., García H. J.L., Rueda P. E.O., Esparza R. J.R., Lara H. A., Segura C.M.A., Orozco V.J. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. *Interciencia* 36: 689-693.
- Vera. D H.E., Vera. B C.G., Bello .I.P., 2015. Efecto de poda de tallo en el rendimiento del híbrido de tomate Miramar F1. *Revista ESPAMCIENCIA* 6: 71-75.
- Villamán M.A. 2011. Efecto de tres tipos de poda sobre el rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum*). para producción en la provincia de Cautin. Chile: Universidad de la Frontera Facultad de Ciencia Agropecuaria y Forestal.





# RADIOTELEMETRÍA GPS: APLICACIÓN EN EL MONITOREO DEL GANADO CAPRINO EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE TEHUACÁN-CUICATLÁN, OAXACA, MÉXICO

## GPS RADIOTELEMETRY: APPLICATION IN THE MONITORING OF THE GOAT CATTLE IN THE TEHUACÁN-CUICATLÁN BIOSPHERE RESERVE, OAXACA, MEXICO

Pérez-Solano, L.A.<sup>1\*</sup>; Mandujano, S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ecología, A.C. Red Biología y Conservación de Vertebrados. Carretera Antigua a Coatepec No. 351, El Haya. Xalapa, Veracruz, México.

\*Autor para correspondencia: adriana.perez.s@outlook.com

### ABSTRACT

**Objective:** 1) To describe the radio-telemetry technique for study wildlife; specifically, using the global positioning system (GPS); and 2) to exemplify the use of this technique with the domestic goats in a location of the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Oaxaca.

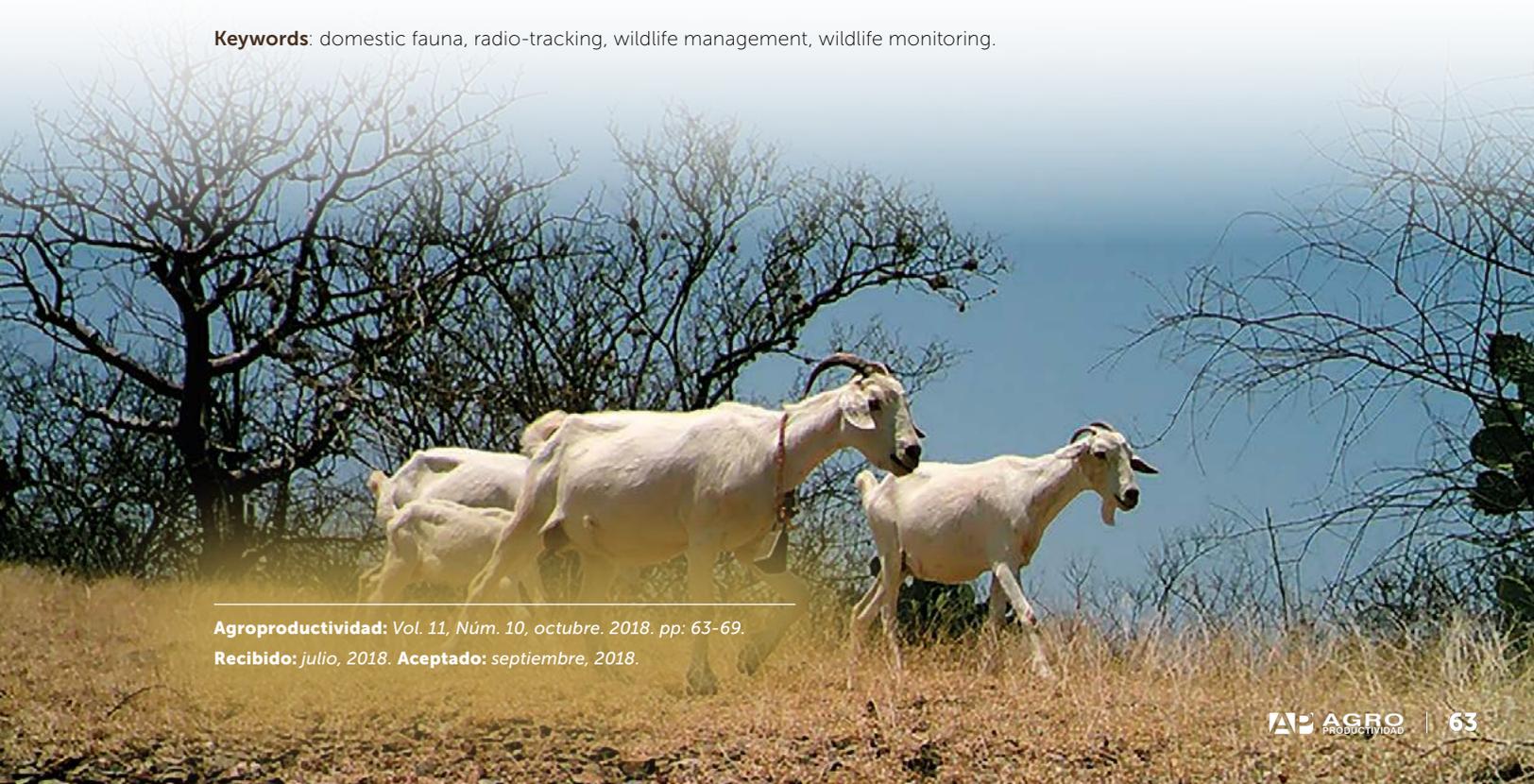
**Design/methodology/approach:** Goat herds were monitored using GPS radio-telemetry in order to know the spatial and temporal movements in the tropical dry habitats. Specifically, daily distances traveled and foraging areas were estimated using the R packages *adehabitatLT* and *adehabitatHR*, respectively.

**Results:** The largest herd (90 individuals) traveled  $3.9 \pm 1.2$  (SD) km/day during the rainy season of 2017, and  $4.2 \pm 2.1$  km during the dry season of 2018. The estimated foraging area was 1.44 km<sup>2</sup> during the rainfall season, and 2.29 km<sup>2</sup> during the dry season.

**Limitations of the study/implications:** The radio-telemetry is a precise but expensive technology and for some wildlife species, it is difficult to trap individuals in order to equip and track individuals.

**Findings/conclusions:** However, the radio-telemetry allow answering relevant questions about animal behavior. The data obtained with this technology provides useful information for the development of management plans. For example, we are studying the possible competition between goats and wild ungulates as white-tailed deer. GPS could help to obtain relevant data in this topic.

**Keywords:** domestic fauna, radio-tracking, wildlife management, wildlife monitoring.



## RESUMEN

**Objetivo:** 1) Describir la técnica de radiotelemetría para estudiar la vida silvestre; específicamente, usando el sistema de posicionamiento global (GPS); y 2) ejemplificar el uso de esta técnica con las cabras domésticas en una localidad de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca.

**Diseño/metodología/aproximación:** Los rebaños de cabras fueron monitoreados usando radiotelemetría GPS para conocer los movimientos espaciales y temporales en hábitats tropicales secos. Específicamente, las distancias diarias recorridas y las áreas de forrajeo se estimaron utilizando los paquetes R *adehabitatLT* y *adehabitatHR*, respectivamente.

**Resultados:** El rebaño más grande (90 individuos) viajó  $3.9 \pm 1.2$  (SD) km/día durante la estación lluviosa de 2017 y  $4.2 \pm 2.1$  km durante la estación seca de 2018. El área de forrajeo estimada fue de  $1.44 \text{ km}^2$  durante la temporada de lluvias y  $2.29 \text{ km}^2$  durante la temporada seca.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** La radiotelemetría es una tecnología precisa, pero costosa y para algunas especies de fauna silvestre es difícil atrapar individuos para equiparlos y rastrearlos.

**Hallazgos/conclusiones:** Sin embargo, la radiotelemetría permite responder preguntas relevantes sobre el comportamiento animal. Los datos obtenidos con esta tecnología proporciona información útil para el desarrollo de planes de gestión. Por ejemplo, estamos estudiando la posible competencia entre cabras y ungulados silvestres como el venado cola blanca. El GPS podría ayudar a obtener datos relevantes en este tema.

**Palabras clave:** fauna doméstica, manejo de fauna, monitoreo de fauna, radio-seguimiento.

número de biólogos y manejadores de fauna silvestre recurran a esta técnica para obtener información. Los objetivos de los estudios que emplean radiotelemetría no sólo están enfocados en conocer aspectos sobre la ecología básica de los animales silvestres, sino que cada vez son más los trabajos que incluyen el monitoreo de especies domésticas para saber el efecto que éstas tienen sobre otras especies, en el paisaje o para conocer aspectos ecológicos que ayuden a mejorar su manejo o erradicación (Akasbi *et al.*, 2012). Los objetivos del presente trabajo son: 1) describir brevemente el método de radiotelemetría en fauna, específicamente sobre el uso de esta técnica con el sistema de posicionamiento global (GPS) y 2) ejemplificar con un estudio sobre la cabra doméstica dentro de la Reserva de Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, con el propósito de dar a conocer la utilidad de esta herramienta en el manejo de fauna, sus alcances e implicaciones.

### Breve historia del desarrollo de la radiotelemetría

La telemetría es la transmisión a distancia de información por medio de ondas electromagnéticas, generalmente ondas de radio, a través del aire o agua (Kenward, 2001a). Su uso consiste en un transmisor sujeto al animal (por ejemplo, con un collar, un implante o pegado), que emite información hacia un receptor. También es conocida en inglés como radio-telemetry, radio tagging, radio-tracking o simplemente tagging o tracking. Surge en la década de 1950 con el desarrollo de dispositivos basados en el uso de telemetría fisiológica aplicada en los pilotos de prueba de la marina de los Estados Unidos, e inicialmente se usó para el monitoreo de aves y mamíferos medianos y grandes, así

## INTRODUCCIÓN

El movimiento de los animales ha interesado a la humanidad desde tiempos ancestrales debido a la importancia de conocer cómo y dónde cazar sus alimentos. En la actualidad este interés se debe a razones científicas y a su utilidad en la toma de decisiones relacionadas al manejo y conservación de la biodiversidad (Cagnacci *et al.*, 2010; Hooten *et al.*, 2017). La mejor forma de entender los movimientos y en general el uso de hábitat de los animales, es a través de la observación directa pues permite obtener ubicaciones precisas. Sin embargo, esto implica una labor intensa que puede influir en el comportamiento de los individuos y no siempre es posible de hacer debido al comportamiento elusivo de algunas especies o a las características del hábitat (Cagnacci *et al.*, 2010). Cuando la observación directa no es un método práctico, se requiere emplear otro tipo de técnicas como la radiotelemetría.

El desarrollo de la radiotelemetría aplicado en especies de fauna silvestre ha revolucionado el estudio de los animales, ayudando a superar muchos retos prácticos, logísticos y financieros que surgen con la observación directa (Cagnacci *et al.*, 2010; Hooten *et al.*, 2017). El avance tecnológico y los costos cada vez más accesibles del equipo para esta técnica, han permitido que un mayor

como animales en laboratorio (Kenward, 2001a).

Durante mucho tiempo la radiotelemetría de fauna se basó en tecnología de muy alta frecuencia conocida como VHF (por sus siglas en inglés), donde los transmisores emiten una frecuencia de radio que es recibida en un receptor portátil. Las ondas de radio utilizadas en estos sistemas viajan distancias cortas y para obtener la ubicación se requiere que los usuarios estén en campo, equipados con antenas y receptores adecuados para poder recibir la señal (Kenward, 2001b). En la década de 1990 se desarrollaron mejores modelos de radiotelemetría, especialmente la introducción del sistema de posicionamiento global (GPS) que hasta entonces era exclusivo de uso militar (Kenward, 2001a).

### **Funcionamiento básico de la radiotelemetría GPS**

La radiotelemetría con tecnología GPS funciona a través del uso de satélites que orbitan sobre la tierra. Son necesarios al menos 3 de 26 satélites disponibles para obtener la ubicación, su precisión dependerá del número de satélites que la capten, para luego almacenarla y transmitirla al usuario. Hay tres modos de recuperación de datos. La forma más rudimentaria es recapturando al animal o que el collar con el transmisor esté equipado para desprenderse y que pueda ser recuperado. Un segundo modo es que el transmisor descargue la información mediante un comando que permita el enlace de comunicación con un receptor, por ejemplo, vía bluetooth; esto implica estar en un radio de cercanía adecuada para que la transmisión sea exitosa. Para ambos casos los

datos se almacenan por periodos de tiempo que el usuario asigne, de igual forma los collares también están equipados con radiotransmisores VHF, que permiten su localización en campo (Tomkiewicz *et al.*, 2010).

El tercer modo de obtener la información es mediante su transmisión al sistema de satélites Argos. El sistema Argos funciona con plataformas de terminales transmisoras (PTT) que envían señales a los satélites que pasan, utilizando el efecto Doppler es posible determinar la ubicación en tiempo real y en cualquier lugar de la tierra. La información es enviada al usuario, el cual puede recibirla vía correo electrónico o monitorear en tiempo real a los animales a través de un celular. El uso de los satélites tiene un costo extra al equipo de radiotelemetría (Kenward, 2001b).

### **Nueva visión de la ecología animal**

A pesar de que los costos de hacer radiotelemetría GPS continúan siendo elevados en comparación con los sistemas VHF u otros métodos de monitoreo de fauna, los alcances que puede tener han abierto una gran gama de nuevas preguntas científicas sobre la ecología, evolución y fisiología de los animales, que están revolucionando la manera de entender la ecología animal, su manejo y entorno (Kays *et al.*, 2015). El avance en el desarrollo de los transmisores GPS, como lo son su tamaño cada vez menor, la mayor potencia y duración de la fuente de poder, ha permitido el monitoreo de más especies, de especies de menor talla, que el seguimiento sea más fácil, y que el monitoreo sea viable en áreas más grandes que antes no era posible con la tecnología VHF (Tomkiewicz *et al.*, 2010).

Mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) o programas como R 3.4.0 (R Core Team, 2017), que utilizan paqueterías que permiten una fácil administración, análisis y almacenamiento de datos espaciales, diversos estudios han combinado la información obtenida en radiotelemetría con la generada de mapas digitales que representan la topografía, vegetación, suelos o actividades humanas (Barbari *et al.*, 2006; Cagnacci *et al.*, 2010). Además, con la implementación de sensores dentro de los transmisores puede obtenerse información extra a la ubicación de los individuos, por ejemplo, fisiológica (velocidad a la que se desplazan o mortalidad), o de su entorno (temperatura ambiental) (Kays *et al.*, 2015; Kenward, 2001a). Todo esto ha permitido que la visión sobre los animales y su entorno sea mucho más integral.

### **Monitoreo de la cabra doméstica (*Capra hircus*) en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán**

El uso de radiotelemetría GPS para estudiar el comportamiento o movimiento de los individuos es una técnica común con la fauna silvestre (de la Torre *et al.*, 2017), y cada vez es más usada con la fauna doméstica (Akasbi *et al.*, 2012; Barbari *et al.*, 2006). Gran parte de las áreas destinadas a la ganadería se sitúan en regiones remotas donde el control del ganado es poco frecuente, lo que aumenta la necesidad de reducir el tiempo y trabajo destinado al monitoreo de los animales (Morris *et al.*, 2012). La distribución desigual o no controlada del ganado puede afectar negativamente la vegetación o desplazar a la vida silvestre, por lo que, para evitar o mitigar los efectos nocivos al hábitat los manejadores de fauna deben

afrentar esta problemática a través de un amplio conocimiento de los mecanismos que rigen la distribución del ganado (Guo *et al.*, 2009).

La Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán (RBTC), se ubica en los estados de Puebla y Oaxaca, en México, la producción de cabra doméstica (*Capra hircus*) es una práctica ampliamente extendida, llevada a cabo como medio de subsistencia y de forma extensiva (Hernández-Ortega *et al.*, 2008). Los estudios hechos en la reserva para conocer los efectos de la cabra dentro del ecosistema se han realizado principalmente en la región de Zapotitlán Salinas, al noroeste de la reserva, donde predominan los matorrales xerófilos y cactáceas columnares; mientras que en sitios donde domina el bosque tropical seco, el conocimiento sobre los hábitos de la cabra es menor (Landa-Becerra *et al.*, 2016).

Dentro de la RBTC, en los bienes comunales de San Gabriel Casa Blanca, municipio San Antonio Nanahuatipam, Oaxaca, el Instituto de Ecología, A. C. (INECOL) está desarrollando un estudio que tiene como objetivo conocer las posibles interacciones ecológicas entre la cabra doméstica y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). El venado cola blanca es una especie importante en la región al ser uno de los herbívoros nativos de mayor tamaño y por el valor económico (Mandujano, 2016). La vegetación dominante en el sitio es el bosque tropical seco y el matorral crasicaule, con algunos manchones de pastizal inducido y zonas de cultivos (Barrera-Salazar *et al.*, 2015). Se presentan dos temporadas climáticas, seca y de lluvias. En la comunidad está operando una Unidad de Manejo de Vida Silvestre (UMA) de tipo extensivo, para la protección y aprovechamiento de varias especies entre las que destaca el venado cola blanca (Mandujano *et al.*, 2016). Los estudios previos con cabras en el sitio han determinado áreas de influencia y rutas de forrajeo de éstas, los sitios de uso los identificaron al acompañar en los recorridos a los rebaños y registrar manualmente la ubicación con un GPS (Barrera y Mandujano, 2013; Barrera, 2015).

Como parte de la investigación se están monitoreando rebaños de cabras a través de radiotelemetría GPS con el propósito de analizar la variación espacial y temporal de sus movimientos. El seguimiento se ha hecho mensualmente desde el 2017, utilizando un collar equipado con tecnología GPS y VHF, modelo TGB-345 / 315 CB marca Telenax (marca mexicana), y una tableta

cargada con una aplicación especial para la descarga de los registros vía bluetooth. El collar es colocado a una cabra por rebaño durante un día (Figura 1), y se programa para tomar localizaciones cada 10 minutos, pues previamente en un recorrido se observó que el rebaño permanece poco tiempo en un mismo sitio.

Este collar con GPS ha permitido monitorear a las cabras durante sus recorridos diarios y registrar de forma más precisa su ubicación. Esto no siempre es posible de obtener cuando un observador acompaña al rebaño y toma la ubicación, ya sea por la accesibilidad a los sitios a causa de las pendientes o la densa cobertura vegetal, o a la rápida movilidad de los animales. Las cabras comúnmente tienen recorridos acompañadas de un pastor, pero en la comunidad también se ha identificado que hay rebaños que pastan libremente, los cuales dejan salir del corral y después de unas horas regresan solos. En este sentido, para el primer caso el uso del collar permite monitorear a los animales sin que la presencia de un observador influya en las decisiones

del pastor (por ejemplo, las rutas que recorren), y para ambos casos, se evita afectar el comportamiento de los animales. Por otra parte, esta técnica ha permitido optimizar el tiempo en campo y los costos, pues no es necesario contar con al menos dos personas para hacer el monitoreo, como ocurre con la tecnología VHF, además de que un mismo collar ha sido usado para seguir diversos rebaños.



**Figura 1.** Cabra doméstica (*Capra hircus*) portando un collar para radiotelemetría con tecnología VHF y GPS.

La identificación de las áreas de forrajeo de las cabras se ha hecho con métodos que se utilizan para estimar los ámbitos hogareños de la fauna silvestre, y se busca conocer si estas áreas varían entre temporadas climáticas. El ámbito hogareño es el área que un individuo usa normalmente para alimentarse, reproducirse, criar a su descendencia, etc., el cual es cambiante en tiempo y espacio (Burt, 1943). En el caso de estas cabras que forrajean de forma extensiva, la selección de su ámbito hogareño depende en gran parte de las decisiones que tome el pastor. Sin embargo, estos métodos de análisis para los ámbitos hogareños permiten tener una mejor estimación de las áreas que usan las cabras, sin sobre-estimar su extensión. Los análisis se han hecho con el método de Kernel fijo, usando el 95% de las localizaciones, lo cual elimina registros atípicos. Este método es posible de hacer debido a la cantidad suficiente de localizaciones que se obtienen a través del GPS.

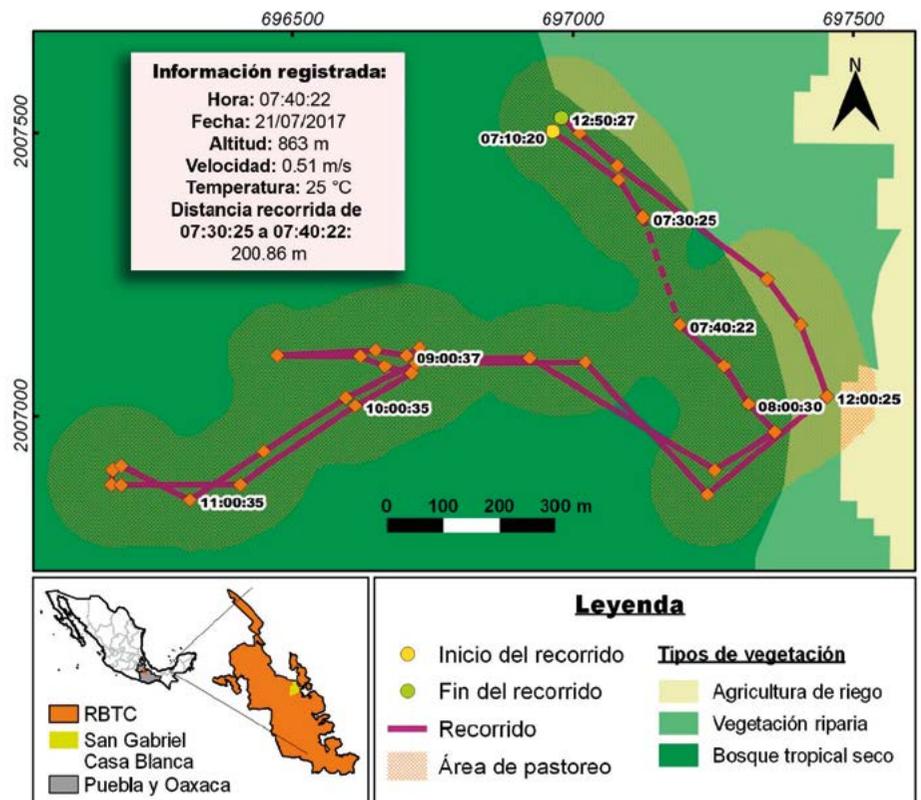
El tiempo y la distancia diaria que recorren los rebaños se ha determinado usando el paquete *AdehabitatLT* (Calenge, 2006), y las áreas de pastoreo o ámbitos hogareños se han estimado a través del paquete *AdehabitatHR* (Calenge, 2006); ambos paquetes se han trabajado en el programa R 3.4.0 (R Core Team, 2017). Mediante el sistema de información geográfica QGIS v.2.18 (QGIS Development Team, 2017), ha sido posible combinar la información mencionada anteriormente con la obtenida de mapas digitales.

Durante nueve meses se han monitoreado seis rebaños de cabras,

conformados en promedio por 32 ( $\pm 30.19$ ) individuos. Para el rebaño más grande (90 individuos) se han registrado un total de 231 localizaciones exitosas. En un día de monitoreo, con 35 localizaciones se determinó que este rebaño recorrió una distancia de 4.74 km, durante 05:40 horas. El área de uso o ámbito hogareño estimado para ese día fue de 0.50 km<sup>2</sup> (Figura 2).

En promedio este rebaño recorrió 3.93 ( $\pm 1.16$ ) km al día durante la temporada de lluvias del 2017 (junio-septiembre) y 4.24 ( $\pm 2.09$ ) km durante la temporada seca de 2018 (enero-mayo), a lo largo de 7 horas en promedio en ambas temporadas. El área de pastoreo estimada fue de 1.44 km<sup>2</sup> en lluvias (estimada con 144 localizaciones) y 2.29 km<sup>2</sup> en secas (con 87 localizaciones) (Figura 3).

Debido a su capacidad de adaptación a diversos ambientes, la cabra doméstica puede tener un efecto negativo al degradar los paisajes o al competir por recursos y desplazar a especies nativas (Rosa *et al.*, 2012). Sin embargo, la RBTC al ser una reserva de biosfera debe conciliar la conservación de los ecosistemas con el desarrollo sustentable de las comunidades humanas que ahí habitan (CONANP, 2013). La información obtenida en este estudio será de gran utilidad para poder conjuntarla con lo que se sabe del venado cola blanca y analizar las posibles interacciones entre ambas especies, los efectos en el bosque tropical seco y dar propuestas para el manejo de los rebaños dentro de la reserva.

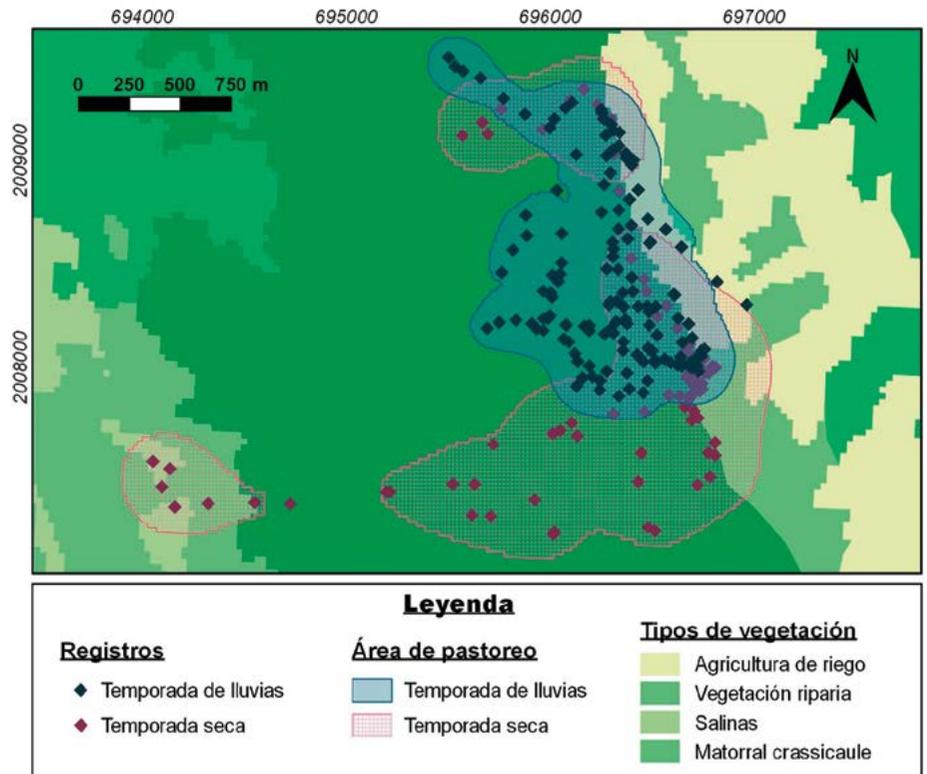


**Figura 2.** Área de pastoreo y recorrido de un rebaño de cabras domésticas en los bienes comunales de San Gabriel Casa Blanca, Oaxaca, México. Se muestran los registros obtenidos en un día, en periodos de diez minutos, desde que las cabras salen del corral hasta su regreso.

## CONCLUSIONES

La radiotelemetría es un método novedoso que puede brindar muchas ventajas. Sin embargo, antes de comenzar un estudio deben de tenerse en cuenta varias consideraciones técnicas, económicas y éticas. Es importante evaluar si la pregunta de investigación puede responderse con ayuda de esta técnica, o si existen otros métodos más sencillos y económicos para tener la información que interesa. El equipo para radiotelemetría es costoso, por lo cual al iniciar una investigación hay que considerar si se cuenta con el dinero suficiente para poder cubrir todos los gastos de inversión, captura de animales, salidas al campo, y otros. El equipo humano es un factor muy importante, es necesario contar con médicos veterinarios que aseguren el bienestar de los animales al momento de la captura, con personal que conozca el desarrollo de la técnica en campo y el tratamiento de la información una vez obtenida. Las grandes bases de datos que pueden obtenerse con radiotelemetría GPS suponen también un gran reto en su manejo y análisis (Cagnacci *et al.*, 2010; Kays *et al.*, 2015).

Por otra parte, a pesar del desarrollo tecnológico, no es posible equipar a todas las especies con radiotransmisores, ya sea por el tamaño o porque se estresan fácilmente, esto último puede ser perjudicial al momento de capturar. El propósito de todo estudio con fauna es conocer más sobre las especies y que esta información sea útil para su conservación, por lo que las consideraciones éticas hacia los animales deben de ser prioridad al plantear un proyecto de investigación con el uso de radiotelemetría.



**Figura 3.** Área de pastoreo estimada para las dos temporadas climáticas (lluvias y secas). Se presentan las localizaciones registradas en cada una de las temporadas y los tipos de vegetación que usan las cabras durante esos periodos.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto CONACYT No. CB-2015-01-256549; el primer autor agradece la beca posdoctoral No. 25538 otorgada por este proyecto. Agradecemos el apoyo logístico de la Red de Biología y Conservación de Vertebrados Terrestres del INECOL. A Z. Bautista por su apoyo en el trabajo de campo. Asimismo, a A. Sandoval por su apoyo en el uso de SIG. A la comunidad de San Gabriel Casa Blanca, Oaxaca.

## LITERATURA CITADA

- Akasbi Z., Oldeland J., Dengler J., Finckh M. 2012. Analysis of GPS trajectories to assess goat grazing pattern and intensity in Southern Morocco. *The Rangeland Journal* 34: 415-427.
- Barbari M., Conti L., Koostera B.K., Masi G., Guerri F.S., Workman S.R. 2006. The Use of Global Positioning and Geographical Information Systems in the Management of Extensive Cattle Grazing. *Biosystems Engineering* 95: 271-280.
- Barrera A. 2015. Estimación de la capacidad de carga del hábitat de venado cola blanca y ganado caprino en una "UMA" extensiva de la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis de maestría. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.
- Barrera A., Mandujano S. 2013. Diagnóstico de la actividad ganadera de caprinos en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán. Reporte técnico. Proyecto: Evaluación de las interacciones entre venado cola blanca y el ganado caprino en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán: Implicaciones de conservación y manejo. Instituto de Ecología, A.C. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Barrera-Salazar A., Mandujano S., Espino-Barro O.A.V., Jiménez-García D. 2015. Classification of vegetation types in the habitat of white-tailed deer in a location of the Tehuacán-Cuicatlán biosphere reserve, Mexico. *Tropical Conservation Science* 8: 547-563.
- Burt W.H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of mammalogy* 24: 346-352.

- Cagnacci F., Boitani L., Powell R. A., Boyce M. S. 2010. Animal ecology meets GPS-based radiotelemetry: a perfect storm of opportunities and challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365: 2157-2162.
- Calenge C. 2006. The package adehabitat for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling* 197: 516-519.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2013. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F.
- de la Torre J.A., Núñez J.M., Medellín R.A. 2017. Habitat availability and connectivity for jaguars (*Panthera onca*) in the Southern Mayan Forest: Conservation priorities for a fragmented landscape. *Biological conservation* 206: 270-282.
- Guo Y., Poulton G., Corke P., Bishop-Hurley G.J., Wark T., Swain D.L. 2009. Using accelerometer, high sample rate GPS and magnetometer data to develop a cattle movement and behaviour model. *Ecological Modelling* 220: 2068-2075.
- Hernández-Ortega R., Ortega-Paczka R., Zavala-Hurtado J., Baca del Moral J., Martínez-Alfaro M.A. 2008. Diagnóstico ambiental y estrategias campesinas en la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán, municipio de Zapotitlán, estado de Puebla. *Revista de Geografía Agrícola* 41: 55-71.
- Hooten M.B., Johnson D.S., McClintock B.T., Morales J.M. 2017. *Animal movement: statistical models for telemetry data*. CRC Press.
- Kays R., Crofoot M.C., Jetz W., Wikelski M. 2015. Terrestrial animal tracking as an eye on life and planet. *Science* 348. doi: 10.1126/science.aaa2478
- Kenward R.E. 2001a. Historical and practical perspectives. Pp. 3-12. *In*: Millsbaugh, J.J., Marzluff J.M. (eds). *Radio tracking and animal populations*. Academic Press, San Diego, California.
- Kenward R.E. 2001b. *A Manual for Wildlife Radiotracking*. Academic Press. London, UK.
- Landa-Becerra A.R., Mandujano S., Martínez-Cruz N.S., López E. 2016. Análisis del contenido nutricional de plantas consumidas por caprinos en una localidad de la Cañada, Oaxaca. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 19: 295-304.
- Mandujano S. 2016. Venado cola blanca en Oaxaca, potencial, conservación, manejo y monitoreo. Instituto de Ecología, A. C., Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad. Xalapa, Ver., México.
- Mandujano S., López-Téllez M.C., Barrera-Salazar A., Romero-Castañón S., Ramírez-Vera B., López-Tello E., Yañez-Arenas C.A., Castillo-Correo J.C. 2016. UMA extensiva de venado cola blanca en San Gabriel Casa Blanca, en la región de la Cañada. pp.143-158. *In*: Mandujano, S. (ed.). *Venado cola blanca en Oaxaca, potencial, conservación, manejo y monitoreo*. Instituto de Ecología, A. C., Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad. Xalapa, Veracruz, México.
- Morris J.E., Cronin G.M., Bush R.D. 2012. Improving sheep production and welfare in extensive systems through precision sheep management. *Animal Production Science* 52: 665-670.
- QGIS Development Team. 2017. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>. Consulta: 17 de junio de 2018.
- R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>. Consulta: 27 de marzo de 2018.
- Rosa R., Celaya R., García U., Osoro K. 2012. Goat grazing, its interactions with other herbivores and biodiversity conservation issues. *Small Ruminant Research* 107: 49-64.
- Tomkiewicz S.M., Fuller M.R., Kie J.G., Bates K.K. 2010. Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365: 2163-2176.



# COMPATIBILIDAD DE INJERTACIÓN EN TRES CLONES DE GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)

## COMPATIBILITY OF GRAFTING IN THREE CLONES OF GUANABANA (*Annona muricata* L.)

Puc-Flores, C.G.<sup>1</sup>; Cituk-Chan, D.E.<sup>2</sup>; Villanueva-Couoh, E.<sup>2</sup>; Pinzón-López, L.L.<sup>2\*</sup>

Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Conkal. <sup>1</sup>Estudiante graduada. <sup>2</sup>Profesor-Investigador. Av. Tecnológico s/n, Conkal, Yucatán, México.

\*Autor por correspondencia: luis.pinzon@itconkal.edu.mx

### ABSTRACT

**Objective:** The goal for this research was to select and evaluate the grafting compatibility of three guanabana clones (*Annona muricata* L.).

**Desing/methodology/approximation:** Scions with an average of 10 vegetative buds, 15 cm of length and 0.5 cm of diameter were grafted, by the method of cleft graft in rootstocks of 9 months of age with a height between 30 cm and 50 cm and a diameter between 0.4 cm and 0.5 cm. A completely randomized design was used, with three treatments (Clone 8, Clone 9 and Clone 10), with four repetitions and eight experimental units per repetition making a total of thirty-two plants per treatment.

**Results:** At 27 days after grafting, Clone 10 (T1) and Clone 8 (T2) showed a 96.8% against 90.6% Clone 9 (T3), although there were no significant statistical differences among the three grafted clones.

**Study limitations/implications:** The results indicating that the genetic factor (clone) does not affect the grafting of this species and that from an anatomical point of view, that there is vegetative compatibility and cellular recognition of the vascular tissues between the rootstock and scion, with the grafting method used in this work.

**Conclusions:** This defines, that there was not an effect of the inert clone on the successful grafting (95% average) using the cleft graft method.

### RESUMEN

**Objetivo:** Este trabajo tuvo el objetivo de seleccionar y evaluar la compatibilidad de injertación de tres clones de guanábana (*Annona muricata* L.).

**Diseño/metodología/aproximación:** Fueron injertadas varetas de 15 cm de longitud y 0.5 cm de diámetro con un promedio de 10 yemas vegetativas, por el método de púa en portainjertos de 9 meses de edad con una altura entre 30 cm y 50 cm y un diámetro entre 0.4 cm y 0.5 cm. Se utilizó un diseño completamente al azar, usando tres tratamientos (Clon 8, Clon 9 y Clon 10), con cuatro repeticiones y ocho unidades experimentales por repetición haciendo un total de treinta y dos plantas por tratamiento.

**Resultados:** A los 27 días de la injertación el Clon 10 (T1) y Clon 8 (T2) mostraron un prendimiento del 96.8% contra 90.6 % del Clon 9 (T3), aunque no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tres clones injertados.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Los resultados indican, que el factor genético (clon) no afecta la injertación de esta especie; y que desde el punto de vista anatómico, existe compatibilidad vegetativa y reconocimiento celular de los tejidos vasculares entre el portainjerto y cultivar injertado, con el método de injertación utilizado en este trabajo.

**Hallazgos/conclusiones:** Esto define, que no hay efecto del clon sobre el prendimiento (95 % promedio) del injerto, usando el método de púa.

de Yaxkukul, Mococho y Tixkokob. Este trabajo forma parte de la línea de investigación de Recursos Fito-genéticos, perteneciente a División de Estudios de Posgrado, el cual dio inicio en septiembre del 2016.

Las semillas de los cultivares de la Guanábana (*Annona muricata* L.) fueron colectadas, en plantaciones semicomerciales en la comunidad de Yaxhom, Oxkutzcab las cuales fueron obtenidas de frutos maduros, provenientes de plantas madre con una buena producción y sanidad, las semillas se seleccionaron por su vigor, tamaño, y que esté libre de patógenos.

Antes de sembrarlas fueron desinfectadas con cloro comercial al 5% (v/v) e inmediatamente seleccionadas.

Para realizar la siembra en contenedores, fue necesario, la desinfección de las charolas con cloro comercial al 2% (v/v), seguidamente el sustrato utilizado en este caso fue el comercial Sun-Shine, se descompactó y se le aplicó humedad e inmediatamente se realizó el llenado de las charolas con dicho sustrato de tal manera que ésta se queden completamente llenas para tener mayor facilidad a la de siembra.

Las varetas se colectaron en la ciudad de Oxkutzcab en una comunidad cercana llamada Yaxhom, las cuales se obtuvieron de tres materiales vegetativos, las tienen diferenciadas por el "Clon 8", "Clon 9" y Clon 10", éstas se seleccionaron con un previo muestreo y elección de las plantas donadoras. Para elegir las varetas se hicieron distinción las siguientes características, presentaban madurez, con el meristemo apical cerrado.

## INTRODUCCIÓN

**La guanábana** (*Annona muricata* L.), es una de las especies de anonáceas comestibles más importantes por su agradable sabor y aroma, así como por sus múltiples usos tanto como fruta fresca como procesada. Es originaria de las selvas amazónicas, aunque también se menciona en las Antillas. En México la guanábana es la especie mas cultivada de las anonáceas; sin embargo, la superficie sembrada es poca. Entre los estados con mayor producción para el año 2015 se encuentran Nayarit, Colima, Guerrero, Michoacán y en menor grado de importancia Jalisco, Morelos, Campeche y Yucatán. De acuerdo con datos estadísticos de producción (SIAP, 2015) para el caso de producción nacional de la guanábana se sembraron 2,964.10 ha con una producción de 16,620.9 t de fruta con rendimiento de 6.83 t ha<sup>-1</sup>. En estos datos estadísticos se muestra al estado de Yucatán que cuenta con una superficie sembrada de 2 ha, teniendo una producción de 11.81 t y un rendimiento de 5.9 t ha<sup>-1</sup>, (SIAP, 2015).

Aké, (2001) señala que en la propagación por semilla y vía vegetativa de las anonáceas los factores limitantes son: identificación de material vegetativo, donador de semillas y varetas, conservación de semillas, tratamientos para estimular la germinación, manejo de plantas en vivero, control de plagas y enfermedades, edad del portainjerto, métodos de injertos y época. Es por ello que se han venido estudiando los métodos de propagación más viables, para garantizar una mayor productividad y obtención de árboles que permitan efectuar económicamente labores como la polinización manual, los controles fitosanitarios y cosechas. Por lo anterior este trabajo tuvo el objetivo de seleccionar y evaluar la compatibilidad de injertación de tres clones de guanábana (*Annona muricata* L.) con alto potencial económico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el área protegida de adaptación, del Instituto Tecnológico de Conkal ubicado en la Avenida Tecnológico s/n, localizado entre los paralelos 21° 02' y 21° 08' latitud norte y los meridianos 89° 29' y 89° 35' longitud oeste. Limita al norte con el municipio de Chicxulub Pueblo; al sur con la Cd. de Mérida y municipio de Tixpehual; al este con los municipios

Los portainjertos seleccionados contaban con 9 meses de edad, los cuales presentaban las siguientes características una altura entre 30 cm y 50 cm con diámetro entre 0.4 cm y 0.5 cm.

**Injertación.** Las varetas utilizadas se desinfectaron con una solución de cloro comercial al 1%. El método utilizado de injertación fue el de púa el cual consistió en emplear varetas provistas de varias yemas latentes, decapitando el portainjerto a una altura aproximada de 20 cm y realizando un corte transversal para introducir la varetas. Las temperaturas en el cuarto de adaptación fueron temperatura interior de 20.3 °C y una temperatura exterior de 19.3 °C con una humedad relativa de 66 %.

**Número de días a prendimiento del injerto.** Para los días a prendimiento se consideró la observación visual del ápice del crecimiento vegetativo cada 72 horas por un período de 20 días posteriores a la injertación.

**Prendimiento del injerto (%).** Se cuantificó 13 días después de la injertación. Se tomo como injerto prendido, aquel en el que se observó brotación vegetativa del ápice meristemático con los datos obtenidos se calculó el porcentaje de prendimiento de acuerdo al total de injertaciones realizadas por clon. Esta actividad fue evaluada cada 2 días, durante un período de 27 días.

### Diseño experimental

Para evaluar la compatibilidad de los clones de guanábana (*Annona muricata* L.) se utilizó un diseño completamente al azar, en el cual se aleatorizaron

los mismos, usando tres tratamientos (clones), con cuatro repeticiones cada uno e integrado con ocho unidades experimentales por cada repetición haciendo un total de treinta y dos plantas por tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se indica el tratamiento 3 "Clon 9" que inició con un 84.3 % de prendimiento del injerto, a partir del día 13, le siguieron con un 65.6% el tratamiento 2 "Clon 8" y por último el tratamiento 1 "Clon 10" con un 46.8 % de prendimiento, al realizar la comparación de medias de los promedios y su transformación a  $\sqrt{\text{arc seno}}$  de los mismos, no hubo diferencias estadísticas significativas, sin embargo, se observó que el diámetro de los portainjertos utilizados en el tratamiento 3 propiciaron el inicio de los brotes vegetativos, dando como resultado que para el día 13 se logre un 84.3% del prendimiento del injerto.

**Cuadro 1.** Comparación de medias (Tukey  $p=0.05$ ) del prendimiento de injertos de tres clones de guanábana (*Annona muricata* L.) evaluados 13 días después de la injertación.

Tratamiento	Prendimiento del injerto (%)	Transformado $\sqrt{\text{arc seno}}$
T1=Clon 10	46.8	0.69 a
T2=Clon 8	65.6	0.85 a
T3=Clon 9	84.3	1.07 a

10" y el tratamiento 2 "Clon 8" mejoró notablemente su porcentaje de prendimiento lográndose obtener un 96.8% (Cuadro 2). Mientras que el tratamiento 3 "Clon 9" obtuvo un 90.6%, que al compararlos estadísticamente no existieron diferencias significativas, lo que indica que desde el punto de vista anatómico si existe compatibilidad vegetativa y reconocimiento celular de los tejidos vasculares entre el portainjerto y cultivar injertado, con el método de injertación utilizado en este trabajo.

Los resultados mencionados anteriormente superan a los obtenidos por Aguilar y Cabrera (2003), los cuales utilizaron el método de injertación de enchapado lateral, en la especie *Annona diversifolia*, donde lograron un 52 % de prendimiento del injerto, sin embargo no señalan el día después de la injertación donde se obtuvo dicho porcentaje, por otra parte al ser comparado con los resultados logrados por Vidal et al, (2000), obtuvo un 75% de prendimiento del injerto de guanábana "Sin fibra", a los 40 días después de la injertación, en donde el método utilizado fue el de enchapado lateral, posteriormente, Miranda (2017), logró un porcentaje de 75.7 % de prendimiento en guanábana en un período de 30 días con el método de púa lateral y un 71.6 % con el método de parche, así mismo se recomienda

que, para tener éxito en el injerto de púa lateral, se debe coleccionar varetas de ramas nuevas de la parte subterminal, de consistencia semileñosa.

**Cuadro 2.** Porcentaje de prendimiento del injerto en guanábana (*Annona muricata* L.) a 27 días.

Tratamiento	Prendimiento del injerto (%)	Transformado $\sqrt{\text{arc seno}}$
T1= Clon 10	96.8	1.20 a
T2= Clon 8	96.8	1.20 a
T3= Clon 9	90.6	1.15 a

Por otra parte Aké (2001), obtuvo el 90% de prendimiento en guanábana utilizando el método de púa, cabe mencionar que ésta práctica se realizó en verano. En este trabajo se muestra que en los tres clones se obtuvo un prendimiento cercano al 100%, utilizando el método de púa, esto indica que puede ser considerado como otra alternativa para la propagación de dicha especie.

Reig *et al.*, (2018) al probar la compatibilidad entre 4 cualtivares de albaricoque (*Prunus persica* L.) con 31 portainjertos de ciruela (*Prunus* spp.), encontraron que hay una alta correlación entre el grosor mínimo del portainjertos (0.8 cm) y el prendimiento, aunque para este estudio en guanábana este tamaño no coincide, ya que los portainjertos tuvieron entre 0.4 y 0.5 cm.

Otro aspecto importante que hay que considerar en la injertación por influir positivamente en el éxito de este evento, es la defoliación a las varetas, ya que Dhakar y Bikash (2017) trabajando para incrementar el prendimiento de injertación en litchi (*Litchi chinensis* Soon.)

encontraron que defoliar las varetas siete días antes de la injertación en incrementó el prendimiento del injerto del 35 al 46 %.

## CONCLUSIONES

No hay un efecto definido de los clones en el prendimiento de injertos en guanábana; alcanzandose un alto porcentaje promedio de prendimiento (95 %) entre los tres clones, a los 27 días de haberse realizado la injertación por el método de púa.

## AGRADECIMIENTOS

Al TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO por el financiamiento del proyecto "Selección, propagación y producción de injertos de guanábana (*Annona muricata* L.) con alto potencial agroeconómico" (5729.16-P).

## LITERATURA CITADA

- Aguilar L.K.M. y Cabrera O.L.O. 2003. Desarrollo de portainjerto y evaluación del prendimiento de injerto en anona común (*Annona diversifolia*) utilizando diferentes fertilizantes foliares y al suelo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Salvador-Facultad de Ciencias Agronómicas. 88 p.
- Aké D. 2001. Inducción de germinación con ácido giberélico en tres annonáceas prendimiento del injerto guanábana (*Annona muricata* L.), Tesis de Ingeniería en agronomía. Conkal, Yucatán, México. 41 p.
- Dhakar M.K. and Bikash Das. 2017. Standardization of grafting technique in litchi. Indian J. Hort. 74(1): 16-19
- Miranda T.F.F. 2017. Evaluación de métodos de injertación para la propagación de guanábana (*Annona muricata* L. Annonaceae). Tesis de Grado. Universidad Rafael Landívar. Coatepeque, Guatemala. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2017/06/17/Miranda-Felton.pdf>
- Reig G., Zarrouk O., Font i F.C. Moreno M.A. 2018. Anatomical graft compatibility study between apricot cultivars and different plum based rootstocks. Scientia Horticulturae. 237: 67-73
- SIAP. 2015. Anuario Agropecuario SAGARPA. Recuperado en: [http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola\\_siap\\_gb/icultivo/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp) (Consulta 11 de noviembre de 2017).
- Vidal H.L., Villegas M.A., García V.E., Becerril R.A.E y Mosqueda, V.R. 2000. Relaciones anatómicas y compatibilidad de *Annona muricata* L. Var. "Sin fibra" injertada sobre diversas anonáceas. Revista Chapingo Serie Horticultura. 6(1): 89-96.



# DETECCIÓN TEMPRANA DE COMPATIBILIDAD DE INJERTOS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) MEDIANTE ANÁLISIS BIOQUÍMICO

## EARLY DETECTION OF COMPATIBILITY OF GRAFTS OF GUAVA (*Psidium guajava* L.) THROUGH BIOCHEMICAL ANALYSIS

Flores-Espinosa, B.B.<sup>1</sup>; Delgado-Alvarado, A.<sup>2\*</sup>; Domínguez-Álvarez, J.L.<sup>3</sup>; Arellano-Ostoa, G.<sup>1</sup>; García-Villanueva, E.<sup>1</sup>; Gutiérrez-Espinosa M.A.<sup>1</sup>; Domínguez-Perales L.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México. <sup>3</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Texcoco, Estado de México, México.

\*Autor para correspondencia: adah@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the compatibility of different guava selections grafted on Cass and Nayarit through the concentration of total soluble sugars (TSS) and total phenolic compounds (TPC).

**Design/methodology/approach:** Three guava genotypes were used and grafted onto two rootstocks: Nayarit and Cass. Two types of grafts were evaluated: approach and inverted thorn. After six months of grafting, samples were taken from different sections of the stem above and below, and at the graft union. TSS concentration was carried out spectrophotometrically using Anthrone method; glucose, fructose and sucrose were determined enzymatically by the sequential addition of hexokinase, phosphoglucose isomerase and invertase. TPC determination was made by the redox reaction of Folin-Ciocalteu.

**Results:** The highest concentration of TSS was observed in the combination of Roja Exterior Redonda (RER)/Nayarit and the lowest concentration in the RER/Cass combination, sucrose was the sugar found in highest concentration. The concentration of TPC was higher in Enana Roja Cubana/Nayarit, while in the combinations grafted on Cass were lower. The inverted thorn graft showed the highest concentration of TSS, but in the approach grafting, it had a higher concentration of TPC.

**Limitations of the study/implications:** A more detailed study is required on the type and content of phenolic compounds that may affect the graft in the future.

**Findings/conclusions:** These analyzes allow establishing the affinity of grafted plants at an early age.

**Keywords:** soluble sugars, phenolic compounds, approach grafting, inverted thorn grafting, rootstock.

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la compatibilidad de diferentes selecciones de guayabo injertados sobre Cass y Nayarit, mediante la concentración de azúcares solubles totales (AST) y compuestos fenólicos totales (CFT).



**Diseño/metodología/aproximación:** Se usaron tres genotipos de guayabo que se injertaron sobre dos portainjertos: Nayarit y Cass. Se evaluaron dos tipos de injertos: aproximación y púa invertida. Después de seis meses de injertados se tomaron muestras de diferentes secciones del tallo por arriba y debajo, y en el punto de unión de los injertos. La concentración de AST se realizó por espectrofotometría mediante el método de Antrona; la glucosa, fructosa y sacarosa se determinaron enzimáticamente por la adición secuencial de hexocinasa, fosfoglucosa-isomerasa e invertasa. La determinación de CFT se hizo por medio de la reacción oxido-reducción de Folin-Ciocalteu.

**Resultados:** La concentración mayor de AST se observó en la combinación de Roja Exterior Redonda (RER)/Nayarit y la concentración más baja en la combinación RER/Cass, la sacarosa fue el azúcar que se encontró en más alta concentración. La concentración de CFT fue mayor en Enana Roja Cubana/Nayarit, mientras que en las combinaciones injertadas sobre Cass fueron menores. El injerto de púa invertida mostró la concentración más alta de AST, mientras que en el injerto de aproximación tuvo una concentración mayor de CFT.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Se requiere realizar un estudio más detallado sobre el tipo y contenido de compuestos fenólicos que en un futuro puedan afectar al injerto.

**Hallazgos/conclusiones:** Estos análisis permiten establecer la afinidad de las plantas injertadas a temprana edad.

**Palabras clave:** azúcares solubles, compuestos fenólicos, injerto de aproximación, injerto de púa invertida, portainjerto.

*et al.*, 1994); factores bioquímicos como la translocación de azúcares solubles (Ciobotari *et al.*, 2010); y los relacionados con altas concentraciones de compuestos fenólicos acumulados cerca de la unión del injerto que causan incompatibilidad (Mng'omba *et al.*, 2008).

Con base en lo anterior y considerando que la elección del mejor portainjerto representa uno de los factores más determinantes para el éxito de plantaciones frutícolas, la presente investigación tuvo como objetivo analizar los cambios en concentración de azúcares solubles y de compuestos fenólicos totales asociados a la compatibilidad o incompatibilidad de diferentes genotipos de guayabo injertados sobre Cass y guayaba Nayarit.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

Se utilizaron dos genotipos como portainjertos, la selección Nayarit (*P. guajava* L.) que es resistente a la peca de la guayaba, causada por deficiencia nutrimental, y Cass (*P. friedrichsthalianum* (Berg.) Nied) que posee la característica de ser resistente al ataque por nematodos. Se utilizaron tres materiales vegetales para ser injertados: la variedad Enana Roja Cubana, el genotipo Pm12 y la Roja Exterior Redonda (RER).

### Injertación

El material utilizado para injertar fue propagado *in vitro*; tanto los portainjertos como los genotipos a injertar, fueron aclimatados en un invernadero. Los injertos se hicieron en el invernadero una vez que las plantas del patrón y del injerto alcanzaron un diámetro de aproximadamente 1 cm. Se realizaron dos tipos de injertos: aproximación y púa invertida. Después de seis meses de injertar se

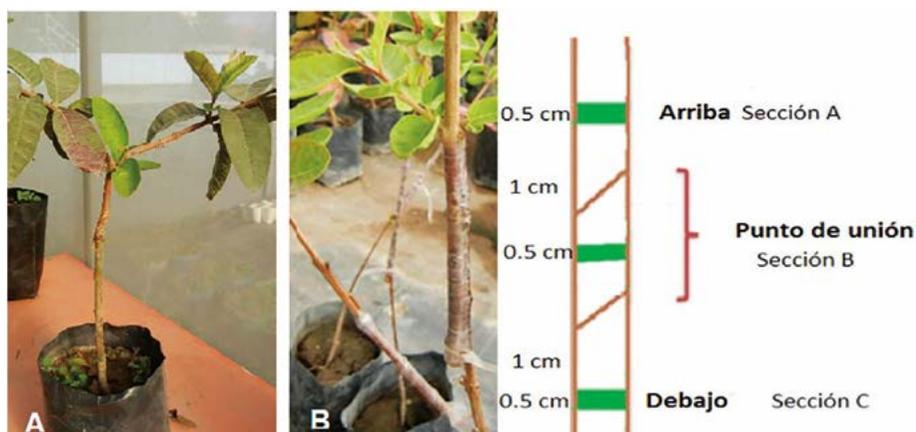
## INTRODUCCIÓN

**El guayabo** (*Psidium guajava* L.) es uno de los cultivos más importantes del género *Psidium* y de la familia Myrtaceae, que se desarrolla en las zonas tropicales y subtropicales del mundo (Joseph y Priya, 2011). México es considerado uno de los centros de origen, y existe una gran variabilidad del género *Psidium*, con la especie *P. guajava* L. como la más distribuida, seguida de *P. sartorianum*, *P. guineense* Swartz, *P. friedrichsthalianum* (Berg.) Nied., *P. salutare*, *P. hypoglaucum*, *P. galapageium*, *P. cattleianum* Sabine, y *P. cattleianum* Lucidum. La mayoría de estas especies poseen una excelente adaptación a diferentes tipos de suelos y climas, pueden comportarse como árbol caducifolio y perennifolio a la vez, según la disponibilidad de humedad. En México la producción de guayaba, está basada principalmente en el cultivar 'Media China', tanto para consumo en fresco, como para la industria, por lo que es importante la diversificación de variedades y selecciones (Padilla *et al.*, 2002). Sin embargo, en guayabo existen problemas importantes con el ataque de nematodos, ya que pueden acabar con plantaciones completas (Avelar *et al.*, 2001), y problemas de fertilidad en los suelos (Manica, 2000), lo que conlleva a requerir de portainjertos que solucionen todos o algunos de estos problemas. Existen diferentes factores involucrados en la compatibilidad o incompatibilidad del injerto por ejemplo: anatómicos, cuando la conexión vascular no se logra o existe incompatibilidad celular (Pina y Errea, 2005), o con conexión débil (Errea

llevó a cabo el análisis de compuestos químicos. Se tomaron fragmentos de 0.5 cm de tallo, a una distancia de 1 cm por arriba y por debajo del punto de unión de los injertos y fragmentos de 0.5 cm en el punto de unión de los injertos (Figura 1). Como testigo se evaluaron árboles de cada uno de los genotipos y portainjertos sin injertar, en los que se tomaron muestras en las mismas posiciones como en los materiales injertados. Se tomaron muestras de tres injertos de aproximación, tres injertos de púa invertida, y un árbol testigo. Por cada planta de cada sección descrita en Figura 1 se colectaron cinco muestras de aproximadamente 0.5 cm cada una, para hacer un total de 15 muestras por planta.

#### Cuantificación de azúcares solubles totales (AST)

Se determinaron de acuerdo al método de Antrona (Montreuil et al., 1997). Para los extractos de los tejidos se hicieron cuatro extracciones sucesivas con 3 mL de etanol al 80% en baño María con temperatura de 80°C; los extractos obtenidos se llevaron a sequedad en una estufa a 60°C, y se re-suspendieron en 1 mL de agua destilada. Para el ensayo se agregaron 3 mL de reactivo de antrona, adicionando 300  $\mu$ L de extracto y 300  $\mu$ L de agua destilada; la mezcla se colocó en hielo en un agitador orbital constante a 180 rpm durante 5 minutos, para después transferir los tubos a baño María por 10 minutos. Antes de la lectura, los extractos se colocaron nuevamente en hielo por 5 minutos. Las lecturas de absorbancia a 625 nm se realizaron en un espectrofotómetro UV-visible (Evolution 300, Thermo). El contenido de azúcares se expresó en g 100 g<sup>-1</sup> de materia seca (MS).



**Figura 1.** Esquema de las zonas de toma de muestra en los injertos. A=Injerto de púa invertida, B=Injerto de aproximación de 'Enana roja cubana' sobre Cass.

#### Glucosa, fructosa y sacarosa

La cuantificación de glucosa, fructosa y sacarosa se realizó a partir de los extractos usados en la cuantificación de azúcares solubles totales, y se realizó enzimáticamente por la adición secuencial de hexocinasa, fosfoglucosa-isomerasa e invertasa de acuerdo al método de Scholes et al. (1994). Las lecturas de absorbancia se realizaron a 340 nm en un espectrofotómetro lector de microplacas (Varioskan Flash, Thermo Scientific). Los cálculos se realizaron mediante curvas estándares de calibración preparadas previamente para cada uno de los azúcares y se expresaron en g 100 g<sup>-1</sup> de materia seca.

#### Compuestos fenólicos totales (CFT)

La determinación se hizo por medio de la reacción oxido-reducción de Folin-Ciocalteu (Nielsen, 1988). La colecta de las muestras se hizo de la misma forma que para el análisis de cuantificación de azúcares. Por cada extracto se realizaron dos replicas, y la reacción se hizo en oscuridad. Las lecturas se realizaron a una absorbancia de 725 nm en un espectrofotómetro UV-Visible (Evolution 300, Thermo Scientific). Los

resultados se expresaron en g 100 g<sup>-1</sup> de materia seca.

#### Descripción de los tratamientos

Se usaron tres genotipos: Pm12, Enana Roja Cubana y RER que se injertaron sobre dos portainjertos: Nayarit y Cass, resultaron 6 combinaciones, que se probaron con injerto de púa invertida y de aproximación, en total fueron 12 tratamientos, y como testigos se evaluaron plantas sin injertar.

#### Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) y para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey, con un valor de alfa igual a 0.05. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS), versión 9.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la prueba de medias y en el análisis de varianza de cada una de las combinaciones de injertos (vareta/portainjerto), y en cada variable evaluada, se encontraron diferencias significativas (Cuadro 1). La mayor concentración de AST se obtuvo en la combinación RER/Nayarit y la concentración más baja en la combinación RER/Cass, en comparación

**Cuadro 1.** Comparación de medias de la concentración de azúcares y compuestos fenólicos totales en las diferentes combinaciones de injertos.

Tratamientos	AST (g 100g <sup>-1</sup> )	Glucosa (g 100g <sup>-1</sup> )	Fructosa (g 100g <sup>-1</sup> )	Sacarosa (g 100g <sup>-1</sup> )	CFT (g 100g <sup>-1</sup> )
Pm12/ Nayarit	1.55 ef	0.035 ab	0.25 ab	0.36 bcde	0.96 cde
Enana Roja Cubana/Nayarit	2.11 bcde	0.033 abc	0.24 ab	0.48 abc	1.03 cd
RER/Nayarit	2.67 bc	0.038 ab	0.26 a	0.34 cde	0.69 f
Pm12 /Cass	1.47 ef	0.017 de	0.10 de	0.11 g	0.66 f
Enana Roja Cubana/Cass	2.21 bcd	0.028 bcd	0.19 bc	0.45 abcd	0.81 def
RER/Cass	1.29 f	0.037 ab	0.29 a	0.52 ab	0.74 ef
<b>Testigos</b>					
Nayarit	1.54 ef	0.030 abc	0.19 bc	0.17 gf	1.39 b
Cass	3.98 a	0.047 a	0.16 cd	0.55 a	2.19 a
Pm12	2.04 cde	0.01 de	0.13 cde	0.29 def	0.83 def
Enana Roja Cubana	2.73 b	0.011 e	0.08 e	0.27efg	1.14 c
RER	1.66 def	0.019 cde	0.14 cde	0.32 cde	0.39 g
DSH	0.66	0.01	0.06	0.16	0.23

Valores con la misma letra dentro de la misma columna entre tratamientos no presentan diferencias significativas (Tukey;  $\alpha=0.05$ ); DSH=Diferencia Significativa Honesta. AST=azúcares solubles totales; CFT=compuestos fenólicos totales.

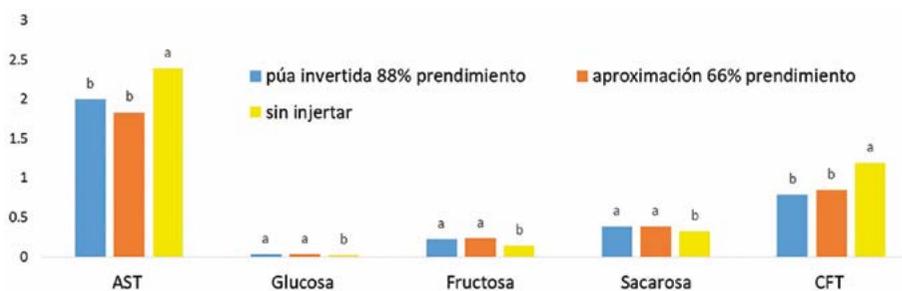
con los testigos. El portainjerto Cass fue el que registró una concentración mayor de azúcares solubles (3.98 g 100 g<sup>-1</sup>). Sin embargo, cuando se realizó el injerto se presentó una concentración menor de azúcares (2.21-1.29 g 100 g<sup>-1</sup>), lo que sugirió que hubo un movimiento escaso de los azúcares (translocación) de la vareta al patrón. En los azúcares analizados, la sacarosa fue la que mostró las concentraciones más altas, tanto en las diferentes combinaciones como en los testigos. La sacarosa desempeña un papel importante como fuente de carbono y energía para los tejidos no fotosintéticos, además, se considera fundamental para el metabolismo de la planta (Park *et al.*, 2009), y se metaboliza para formar azúcares simples como glucosa y fructosa (Martínez-Barajas, 2003).

Los CFT presentaron una concentración mayor en los testigos Cass y Nayarit (portainjertos), y en las combinaciones de injertos la concentración mayor se observó en Enana Roja Cubana/Nayarit (1.03 g 100 g<sup>-1</sup>). Mientras que en las combinaciones injertadas sobre Cass, las concentraciones fueron bajas (0.69-0.81 g 100 g<sup>-1</sup>). La presencia de CFT es una característica de todos los

tejidos vegetales, producto del metabolismo secundario de las plantas (Piñol *et al.*, 2008).

En el análisis de los compuestos químicos por tipo de injerto y sin injertar se observaron diferencias significativas para todas las variables (Figura 2). La mayor acumulación de AST se obtuvo en las plantas sin injertar, seguido del injerto de púa invertida, lo que se reflejó en el crecimiento, ya que los injertos de púa invertida fueron plantas vigorosas, con abundantes hojas en el dosel, y tallos gruesos. Estos indicadores representan una buena característica, ya que árboles con doseles más pequeños tienden a producir menos madera y menor cantidad de carbohidratos en comparación con los doseles más grandes (Canham *et al.*, 1999). El azúcar que acumuló concentración mayor fue la sacarosa, tanto en el injerto de púa invertida como en el de aproximación.

Los CFT presentaron una acumulación mayor en los testigos, seguido



**Figura 2.** Porcentaje de azúcares solubles totales (AST) y compuestos fenólicos totales (CFT) en los dos tipos de injertos. Valores con la misma letra dentro del mismo grupo de compuestos no presenta diferencias significativas (Tukey;  $\alpha=0.05$ ).

del injerto de aproximación. Esto se debió a que fue mayor la herida que se hizo al momento de realizar el injerto, en comparación con el injerto de púa invertida, lo cual es una reacción normal debido a que este tipo de compuestos, desempeñan un papel importante en la protección de la planta frente a los depredadores, además de ayudar a curar heridas en las plantas (Piñol et al., 2008). Aunque ambos tipos de injertos fueron compatibles, los mejores resultados se observaron en el injerto de púa invertida, tal como ocurre en otras especies como pistacho (*Pistacia vera*) en donde el tipo de injerto influye en la compatibilidad de los injertos (Canessa y Castro, 2008).

En las secciones evaluadas (debajo del punto de unión, punto de unión y arriba del punto de unión), donde se incluyeron todas las combinaciones de injertos y los tipos de injertos, se obtuvieron diferencias significativas en cada una de las variables analizadas. La concentración mayor de AST se registró en el punto de unión, y la sacarosa se acumuló en concentración mayor (Figura 3). En injertos de pera de diferentes cultivares, la acumulación de azúcares solubles fue mayor en el punto de unión ( $0.052 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ), y tuvo concentraciones menores por debajo del punto unión ( $0.041 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ), y por arriba del punto de unión ( $0.032 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) (Ciobotari et al., 2010). Mientras que en injertos de cerezo (*Prunus serenata*), la concentración mayor de azúcares solubles se acumuló en el punto de unión y por arriba de este (Olmstead et al., 2010), lo cual podría ser una característica entre injertos compatibles e incompatibles, ya que una demanda menor de carbohidratos por el portainjerto, contribuye a niveles más altos por arriba del punto de unión, que podría reflejarse en el crecimiento vegetativo y reproductivo.

Los CFT mostraron concentración mayor por arriba del punto de unión (Figura 3). En chabacano (*Prunus armeniaca* L.) se presenta acumulación de compuestos polifenólicos (catequinas), por encima de la unión del injerto que resulta en incompatibilidad (Usenik et al., 2006). Lo cual está relacionado con la actividad de las peroxidasas (Feucht, 1998) y de la auxina AIA (Feucht y Treutter, 1995), que están involucradas en procesos de diferenciación vascular. En pera (*Pyrus communis*) injertado

sobre membrillo (*Cydonia oblonga*) se sabe que diferentes compuestos (catequina, procianidina B1, arbutina y varios flavonoles) fueron los causantes de incompatibilidad (Hudina et al., 2014). En este estudio, en el punto de unión se detectaron concentraciones bajas de CFT en comparación con las manifestadas en *Prunus armeniaca*, en donde la acumulación de algunos compuestos fenólicos estuvo relacionada con problemas en la diferenciación del callo y con la desorganización a nivel celular en el punto de unión, que se ha asociado generalmente con incompatibilidad (Errea et al., 1994, 2001). Dado que en nuestra investigación solo se cuantificaron los CFT, no es posible asegurar algún tipo de incompatibilidad en cualquiera de las combinaciones de injertos, sino solo las respuestas fisiológicas que tuvieron los tratamientos. La detección oportuna de compatibilidad o incompatibilidad de los injertos, es considerado un proceso complejo, que involucra uno o diferentes aspectos anatómicos, bioquímicos y fisiológicos, en algunas especies ya se tiene descrito el factor o factores que están involucrados en la compatibilidad o incompatibilidad (Pina y Errea, 2005). Algunos de estos factores se asocian con la diferenciación del callo formado en el punto de unión, o interacciones metabólicas, y una formación de una zona necrótica en la unión del injerto. Sin embargo, es importante realizar más estudios que permitan una selección temprana de portainjertos, antes de que se observe algún síntoma de incompatibilidad externo. Es importante señalar que en guayabo no existen estudios previos de compatibilidad por lo que este estudio puede servir como base para futuras investigaciones, ya que el uso de portainjertos ayudaría a resolver algunos de los problemas que existen en el cultivo, como son el ataque causado por nematodos y la fertilidad de suelos.



**Figura 3.** Porcentaje de azúcares solubles totales (AST) y compuestos fenólicos totales (CFT) en cada una de las secciones evaluadas en las combinaciones de los injertos y sus testigos. Valores con la misma letra dentro del mismo grupo de compuestos no presenta diferencias significativas (Tukey;  $\alpha=0.05$ ).

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos la concentración mayor de AST fue en la combinación RER/Nayarit, donde la sacarosa fue el azúcar que más se acumuló. La concentración de CFT fue mayor en la combinación Enana Roja Cubana/Nayarit. El injerto de púa invertida mostró la concentración más alta de AST, mientras que en el injerto de aproximación tuvo una concentración más alta de CFT, en comparación con al injerto de púa invertida. El punto de unión presentó la cantidad mayor de AST, mientras que los CFT se acumularon principalmente en la sección por arriba del punto de unión.

Las diferencias encontradas en los niveles de concentración de azúcares solubles y compuestos fenólicos totales pueden ser asociadas a incompatibilidad y provén información importante para determinar la afinidad de plántulas injertadas en una etapa temprana. Sin embargo, es necesario realizar un estudio más detallado sobre el tipo y contenido de compuestos fenólicos que en un futuro puedan afectar al injerto.

## LITERATURA CITADA

- Avelar M. J., Téliz O. D., Zavaleta M. E. 2001. Patógenos asociados con el "declinamiento del guayabo". Revista mexicana de Fitopatología 19(2): 223-229.
- Canessa F. D., Castro V. M. 2008. Evaluación de diferentes tipos de injertos en pistacho (*Pistacia vera* L.), utilizando las variedades Peters, Kerman y Aegina sobre *Pistacia terebinthus* en tres épocas del año. Simiente 78: 1-8.
- Canham C. D., Kobe R. K., Latty E. F., Chazdon R. L. 1999. Interspecific and intraspecific variation in tree seedling survival, effects of allocation to roots versus carbohydrate reserves. Oecologia (Heidelberg) 121:1-11.
- Ciobotari G., Brianza M., Morariu A., Gradinariu G. 2010. Graft incompatibility influence on assimilating pigments and soluble sugars amount of some pear (*Pyrus sativa*) Cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanic Cluj 38(1):187-192.
- Errea P., Felipe A., Herrero M. 1994. Graft establishment between compatible and incompatible *Prunus* spp. Journal of Experimental Botany 45: 393-401.
- Errea P., Garay L., Marin J. A. 2001. Early detection of graft incompatibility in apricot (*Prunus armeniaca*) using *in vitro* techniques. Physiology Plant 112:135-141.
- Feucht W. (1988) Graft incompatibility of tree crops: an overview of the present scientific status. Acta Horticulturae 227: 33-41.
- Feucht W., Treutter D. 1995. Catechin effects on growth related processes in cultivated calli of *Prunus avium*. Gartenbauwissenschaft 60 (1): 7-11.
- Hudina M., Orazem P., Jakopic J., Stampar F. 2014. The phenolic content and its involvement in the graft incompatibility process of various pear rootstocks (*Pyrus communis* L.). Journal Plant Physiology 171: 76-84.
- Joseph B., Priya R. 2011. Review on nutritional, medicinal and pharmacological properties of Guava (*Psidium guajava* Linn). International Journal of Pharma Bio Science 2(1): 53-69.
- Manica I. 2000. Taxonomía a goiabeira. In: Manica I (ed) Fruticultura y tropical, goiaba. Porto Alegre, Brazil: Pp 23-36.
- Martínez-Barajas F. 2003. Análisis de la acumulación de azúcares en pericarpios de dos genotipos silvestres de jitomate (*Lycopersicon esculentum*). Agrociencia 37:363-370.
- Mng'omba S., du Toit E., Akinfesi F. 2008. The relationship between graft incompatibility and phenols in Uapaca kirkiana Müell Arg. Science Horticulturae 117: 212-218.
- Montreuil J., Spik G., Fournet B., Toillier T. 1997. Nonenzymatic determinations of carbohydrates. In: Multon L (Ed) Analysis of Food Constituents. Wiley-VCH. USA: Pp. 112-114.
- Nielsen S. 1998. Food Analysis. Purdue University. Indiana. USA, 556p.
- Olmstead M. A., Lang S. N., Lang G. A. 2010. Carbohydrate profiles in the graft union of young sweet cherry trees grown on dwarfing and vigorous rootstocks. Science Horticulturae 124:78-82.
- Padilla R. J. S., González G. E., Esquivel V. F., Mercado S. E., Hernández D. S., Mayer P. N. 2002. Caracterización del germoplasma sobresaliente de guayabo de la región Calvillo-Cañones, México. Revista Fitotecnia Mexicana 25(4): 393-399.
- Park J. Y., Canam T., Kang K. Y., Unda F., Mansfield S. 2009. Sucrose phosphate synthase expression influences poplar phenology. Tree Physiology 29:937-946.
- Pina A., Errea P. 2005. A review of new advances in mechanism of graft compatibility-incompatibility. Science Horticulturae 106:1-11.
- Piñol M. T., Palazón J., Cusidó R. M. 2008. Introducción al metabolismo secundario. In: Azcón-Bieto J., Talón M. (eds) Fundamentos de Fisiología Vegetal, Segunda edición. España: Pp 323-348.
- Scholes J. D., Lee P. J., Horton P., Lewis D.H. 1994. Invertase: understanding changes in the photosynthetic and carbohydrate metabolism of barley leaves infected with powdery mildew. New Phytol 126: 213-222.
- Usenik V., Krška B., Vican M., Stampar F. 2006. Early detection of graft incompatibility in apricot (*Prunus armeniaca* L.) using phenol analyses. Scientia Horticulturae 109: 332-338.



# EVALUACIÓN SENSORIAL DEL MEZCAL DE LA LOCALIDAD DE TOTOMOCHAPA, TLAPA DE COMONFORT, GUERRERO, MÉXICO

## SENSORIAL EVALUATION OF THE MEZCAL OF THE LOCALITY OF TOTOMOCHAPA, TLAPA DE COMONFORT, GUERRERO, MEXICO

Mozqueda-Balderas, R.<sup>1</sup>; Delgado-Alvarado, A.<sup>1\*</sup>; Herrera-Cabrera, B.E.<sup>1</sup>; Vargas-López, S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Posgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205 Santiago Momoxpan, Municipio San Pedro Cholula, Puebla, México.

\*Autor para correspondencia: [adah@colpos.mx](mailto:adah@colpos.mx)

### ABSTRACT

**Objective:** Describe sensorially the mezcal elaborated in the locality of Totomochapa to distinguish it from the mezcal of localities of Xochihuehuetlán, Zitlala and Tlacolula.

**Design/methodology/approach:** Three artisanal mezcals from the state of Guerrero were used: one from the community of Totomochapa, another from the town of Zitlala and one more from Xochihuehuetlán; as well as a reference mezcal from Tlacolula, Oaxaca. The sensory description was made with 16 descriptors, the quantitative descriptive analysis method was used, which included pre-selection, selection of panelists, language development and testing, and data analysis by analysis of variance and comparison of means, principal component analysis and conglomerates.

**Results:** The mezcals were defined in three groups: 1) Mezcal of Tlacolula, characterized by its residual flavor to alcohol, bitter residual taste, palm smell and scratchy flavor; 2) Mezcals of Xochihuehuetlán and Zitlala, noted for its smell of alcohol and burned maguey, chemical flavors, residual alcohol and itching in the nasal cavity; and 3) Mezcal of Totomochapa was distinguished by its sweet smell and taste, maguey flavor, sour taste and green yellow coloration, as well as other characteristics such as the smell of cooked maguey and the smell of alcohol that gave this mezcal a special global aroma and different.

**Study limitations/implications:** The selection phase of the panelists depends on the available time and of interest to participate in sensory tests.

**Findings/conclusions:** The Totomochapa mezcal was favorably distinguished in its sensory characteristics with respect to the mezcals of Xochihuehuetlán, Zitlala and Tlacolula.

**Keywords:** sensory analysis, descriptors, traditional mezcal, Totomochapa.

## RESUMEN

**Objetivo:** Describir sensorialmente el mezcal elaborado en la localidad de Totomochapa para distinguirlo de los mezcales de las localidades de Xochihuehuetlán, Zitlala y Tlacolula.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se utilizaron tres mezcales artesanales del estado de Guerrero: uno de la comunidad de Totomochapa, uno de la localidad de Zitlala y otro de Xochihuehuetlán; además de un mezcal de referencia de Tlacolula, Oaxaca. La descripción sensorial se realizó con 16 descriptores, se empleó el método de análisis descriptivo cuantitativo, que incluye preselección, selección de panelistas, desarrollo de lenguaje, y prueba y análisis de datos mediante análisis de varianza y comparación de medias, análisis de componentes principales y de conglomerados.

**Resultados:** Los mezcales se definieron en tres grupos: 1) Mezcal de Tlacolula, se caracterizó por su sabor residual a alcohol, sabor residual amargo, olor a palma y por ser rasposo; 2) Mezcal de Xochihuehuetlán y Zitlala, destacó por su olor a alcohol y a maguey quemado, sabores a químico, residual a alcohol y picor en cavidad nasal; y 3) Mezcal de Totomochapa se diferenció por presentar olor y sabor dulce, sabor a maguey, sabor agrio y de coloración amarillo verde, además de otras características como olor a maguey cocido y olor a alcohol que le confirieron a este mezcal un aroma global especial y diferente.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** La fase de selección de los panelistas depende de la disposición de tiempo y del interés para participar en las pruebas sensoriales.

**Hallazgos/conclusiones:** El mezcal de Totomochapa se distinguió favorablemente en sus características sensoriales respecto a los mezcales de Xochihuehuetlán, Zitlala y Tlacolula.

**Palabras clave:** análisis sensorial, descriptores, mezcal artesanal, Totomochapa.

guey silvestre (*Agave cupreata* Trel. & A. Berger) (Alonso, 2007). Debido a la forma tradicional de realizar el trabajo de destilación, a base de trueque de mano de obra-mezcal, se carece de capital en las diversas etapas que recorre el producto en toda su fabricación, este esquema dificulta la capitalización de los productores y limita su capacidad para entrar a etapas superiores de mercado con mayores ventajas competitivas.

Es limitada la información sobre la cadena productiva del sistema producto maguey-mezcal de las comunidades del Estado de Guerrero, y en particular de Totomochapa, municipio de Tlapa de Comonfort. Al respecto la literatura documenta un trabajo con maguey papalote (*Agave cupreata* Trel. & A. Berger), donde se dan a conocer las características socioeconómicas de las familias campesinas que son productoras de esta especie y profundiza en las actividades de manejo del campesino en el municipio de Chilapa de Álvarez, Guerrero (Alonso, 2007). Debido a que las comunidades campesinas no conocen los mezcales contra los cuales compiten, la Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO) apoyó la evaluación de diferentes mezcales por medio de la catación realizada en la región de Chilapa, Guerrero. En estas evaluaciones se compararon los mezcales entre sí y entre otras bebidas como el tequila, el vodka, el whisky y el ron. Estos conocimientos son importantes para afianzar los conceptos de calidad del mezcal, además de propiciar el respeto por el gusto regional y de los consumidores de otros lugares (Garza, 2005). Aun así, los estudios son escasos e insuficientes, ya que se realizan en lugares donde la producción ya es

## INTRODUCCIÓN

La producción de mezcal en México, con denominación de origen, se centra en cinco estados: Durango, Zacatecas, Guerrero, San Luis Potosí y Oaxaca. Éste último, destaca por su extenso padrón de productores de maguey y de mezcal, por sus altos volúmenes de producción y envasado, y por su presencia en los mercados regionales, nacionales e internacionales, lo que ha contribuido que al mezcal se le relacione con el estado de Oaxaca (Hernández y Domínguez, 2003). A partir de la fuerte presencia del mezcal oaxaqueño en el mercado internacional, se genera un cambio en los otros estados que cuentan con la denominación de origen, lo que amplía la preocupación por elevar los rangos de producción de mezcal, tanto entre los productores como en los gobiernos de dichos estados. En Guerrero, la producción de mezcal empezó a incrementarse entre los productores desde 1999, cuando se instaló la primera envasadora moderna (Plan Rector Estatal Sistema Producto Maguey-Mezcal, 2012).

El mezcal es una bebida con mucha tradición en la mayoría de las comunidades del estado de Guerrero, México. Donde la mayor producción utiliza ma-

comercial, además que sólo se efectúa con catadores expertos y los resultados no se evidencian claramente, de tal forma que dichos estudios sirvan realmente a los grupos de productores y lo apliquen como un distintivo a su producto.

Para este propósito, al ser el mezcal una bebida alcohólica, se puede clasificar según la composición química, aunque comúnmente los consumidores lo describen por características sensoriales detectadas al momento de su consumo, como es su olor, color y sabor. Por lo anterior es posible utilizar Métodos de Evaluación Sensorial, para discriminar, describir, conocer la variación y la aceptabilidad de un producto (Romero, 1997). Lo anterior se puede lograr a través del apoyo de jueces o panelistas entrenados que pueden lograr respuestas exactas, precisas y confiables como las que se esperan en un instrumento, pero además directas e integrales; porque según el grado de entrenamiento, pueden percibir diferencias mínimas para determinar la calidad global del alimento.

Con estos antecedentes, el presente estudio realizó una evaluación sensorial con 16 descriptores a fin de determinar el nivel de aceptación del mezcal elaborado en la localidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero, México, para diferenciarlo por comparación con mezcales elaborados en Xochihuehuetlán y Zitlala, Guerrero y Tlacolula, Oaxaca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio se ubicó en el ejido de Totomochapa, municipio de Tlapa de Comonfort, Guerrero, México. Se evaluaron tres mezcales artesanales del estado de Guerrero: uno de la comunidad de Totomochapa, otro de la localidad de Zitlala y uno más de Xochihuehuetlán; además de uno de referencia de la localidad de Tlacolula, Oaxaca.

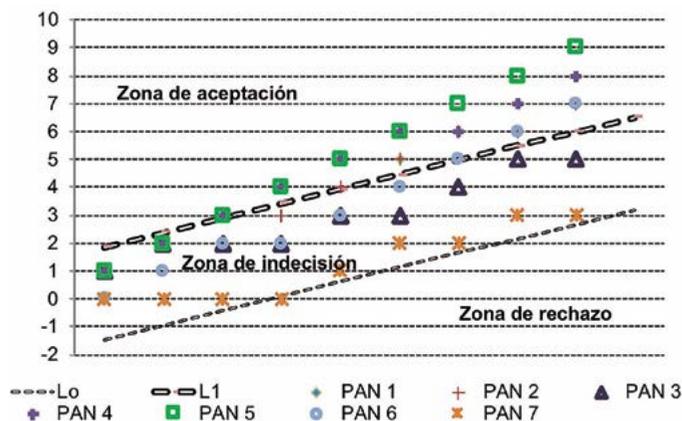
### Descripción sensorial del mezcal

Se empleó el método de Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC) (Hernández, 2007). Dicha prueba descriptiva se basó en algunas actividades previas, que incluyeron:

**Fase de preselección:** se invitó a personal de la Secretaría de Desarrollo Rural de la Región Montaña, ubicado en la cabecera municipal de Tlapa de Comonfort, Guerrero, para participar en la prueba descriptiva de mezcal. Se conformó un grupo de 11 personas, con disposición de tiempo e interés, con rango de edades entre 22 y 34 años.

**Fase de selección de panelistas.** Se realizó una prueba de reconocimiento de gusto y de olfato, y quedó un grupo de siete personas. Posteriormente, se realizaron nueve pruebas triangulares para la selección final de acuerdo a su capacidad sensorial. A las siete personas preseleccionadas se les realizó la prueba de reconocimiento de gustos básicos (sacarosa al 1 y 2% para el gusto dulce, cloruro de sodio al 0.1 y 0.2% para el gusto salado, ácido cítrico al 0.05 y 0.1% para el gusto ácido, y café soluble al 0.1 y 0.2% para el gusto amargo).

Después se efectuó una prueba de reconocimiento de olores (poder de evocación y capacidad descriptiva) medida por la capacidad de reconocer olores comunes. Se empleó: vinagre, orégano, canela, pimienta, ajo, vainilla, guayaba, coco, manzana, mango, piña y clavo. Finalmente, se aplicó un análisis secuencial con pruebas triangulares por candidato (Figura 1).



**Figura 1.** Análisis secuencial para selección de panelistas con base en pruebas triangulares. Lo=línea inferior; L1=línea superior; PAN, panelistas.

A los candidatos se les presentó en cada prueba tres muestras codificadas, de las cuales dos eran iguales y una diferente, se pidió al panelista que seleccionará la muestra diferente. Después del análisis se seleccionó a los cinco panelistas que quedaron en la zona de aceptación como resultado del análisis secuencial.

**Fase de desarrollo del lenguaje y prueba:** incluyó un entrenamiento en análisis descriptivo cuantitativo (ADC) con el fin de disminuir la subjetividad en las respuestas, lo que permitió estandarizar tanto las condiciones del medio ambiente como de las muestras a evaluar, y así admitir que los datos obtenidos en las diferentes sesiones fueran factibles de analizar estadísticamente. Se definieron los atributos para describir el mezcal, se utilizó una escala y posteriormente se aplicó la prueba de ADC.



**Fase de análisis de datos:** se utilizó un diseño completamente al azar. Para los datos se realizó el análisis de varianza con el procedimiento GLM (SAS, 2002) y comparación de medias con la prueba de Tukey. También, se realizó un análisis multivariado de Componentes Principales (ACP) con el método de distancia euclidiana al cuadrado y un análisis de conglomerado (Clúster) con ligamento promedio como medida de distancia con ayuda del paquete estadístico SAS 9.1 (SAS, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descripción sensorial del mezcal

El grupo de 11 personas que apoyó para la realización de la prueba descriptiva, se involucró en diferentes pruebas discriminativas de donde se obtuvo un grupo de cinco panelis-

tas. Dichos panelistas, recibieron entrenamiento sobre el método de análisis descriptivo cuantitativo (ADC), de ahí se generaron las definiciones de una serie de conceptos que permitieron describir cualitativamente los mezcales evaluados (Cuadro 1). Se aplicaron dieciséis descriptores o atributos para evaluar los mezcales en estudio.

### Calidad sensorial del mezcal

Como resultado del análisis de varianza se observaron diferencias significativas dentro de las 16 variables evaluadas. De los cuatro mezcales evaluados las variables con mayor coeficiente de variación fueron olor a palma (41.86%), sabor dulce (28.54%) y sabor agrio (26.66%).

La comparación de medias mostró que los cuatro mezcales fueron diferentes. El mezcal de Tlacolula, Oaxaca, se diferenció de los otros tres mezcales por las características de olor a maguey cocido, olor a ceniza y olor a humo; fue la bebida con mayor olor de los evaluados. Su característica de olor a maguey cocido le hace similar al mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero (Cuadro 2).

El mezcal de Xochihuehuetlán, Guerrero, se distinguió por su olor a alcohol y a maguey quemado, sabores a químico y residual a alcohol y picor en cavidad nasal. Por su olor a alcohol y a maguey quemado y su sabor residual

**Cuadro 1.** Descripción de conceptos para uso de la descripción sensorial del Mezcal

Concepto	Descripción
Evaluación sensorial	Mide, analiza e interpreta características de alimentos y productos como son percibidas por los analizadores.
Perfil	Conjunto de características con su magnitud en una lista de productos con sus variables y que representa a un producto.
Panelista	Integrante de un grupo de personas que fue entrenado por 3-4 semanas, con habilidad discriminatoria
Descriptor/variable	Magnitud que representa como se detecta un atributo, cuantificación base en una escala lineal de 0 a 6 pulgadas con dos anclas, de 0.5 pulgadas cada una
Tratamiento	Representa un tipo de mezcal elaborado en una región
1. Olor a maguey cocido	Atributo detectable en el mezcal: olor a maguey cocido
2. Olor a alcohol	Atributo detectable en el mezcal: olor a alcohol
3. Olor dulce	Atributo detectable en el mezcal: olor dulce parecido a la sidra de manzana
4. Olor a ceniza	Atributo detectable en el mezcal: olor a ceniza o tierra
5. Olor a humo	Atributo detectable en el mezcal: a madera quemada
6. Olor a maguey quemado	Atributo detectable en el mezcal: olor a maguey quemado, fuerte olor amargo
7. Olor a palma	Atributo detectable en el mezcal: olor a palma, que es empleada para tapar el horno
8. Color amarillo-verde	Atributo detectable en el mezcal: color que se percibe transparente a color amarillo verde claro
9. Sabor a químico	Atributo detectable en el mezcal: sabor más fuerte a alcohol etílico, desagradable
10. Sabor a maguey	Atributo detectable en el mezcal: sabor agradable a maguey cocido
11. Rasposo	Atributo detectable en el mezcal: sensación al pasar el mezcal por la garganta
12. Sabor residual amargo	Atributo detectable en el mezcal: sensación posterior al pasar el mezcal por la garganta
13. Sabor dulce	Atributo detectable en el mezcal: gusto dulce a maguey cocido
14. Sabor residual a alcohol	Atributo detectable en el mezcal: gusto a alcohol que sube a la cavidad nasal, sensación caliente
15. Picor en cavidad nasal	Atributo detectable en el mezcal: sensación de picor en la cavidad nasal, a canela, molestia en el paso por la garganta
16. Sabor agrio	Atributo detectable en el mezcal: sabor agrio al tomar el mezcal, parecido a queso rancio, sin dejar sabor residual agrio

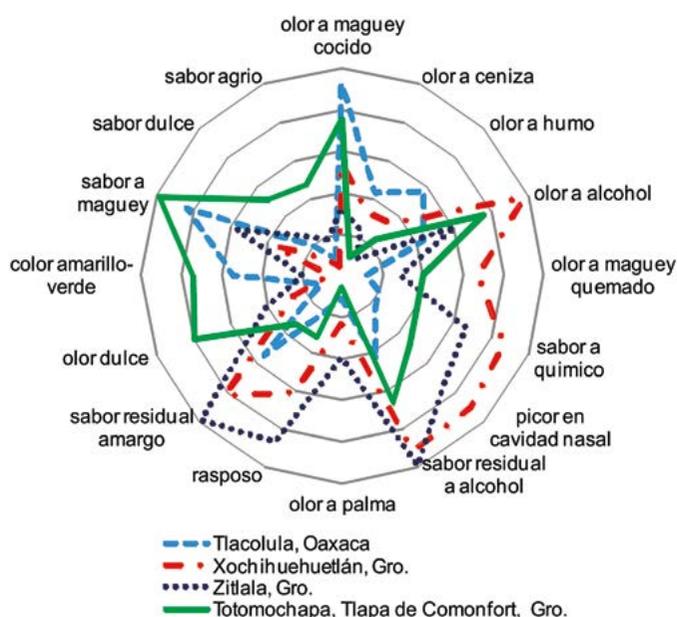
**Cuadro 2.** Medias para cada uno de los 16 descriptores evaluados en los cuatro mezcales de estudio.

Variabes	Tlacolula	Xochihuehuetlán	Zitlala	Totomochapa
Olor a maguey cocido	9.21 a	5.45 c	3.25 d	7.54 b
Olor a ceniza	4.30 a	3.23 b	2.37 c	0.89 d
Olor a humo	5.73 a	3.56 b	1.09 d	2.47 c
Olor a alcohol	4.35 d	9.79 a	6.05 c	7.63 b
Olor a maguey quemado	1.18 d	6.75 a	2.92 c	4.00 b
Sabor a químico	1.97 d	8.69 a	6.65 b	3.99 c
Picor en cavidad nasal	2.29 d	9.06 a	7.23 b	4.77 c
Sabor residual a alcohol	4.40 c	9.17 a	9.93 a	6.63 b
Olor a palma	1.14 c	2.32 b	3.99 a	0.56 c
Rasposo	1.81 d	6.11 b	8.69 a	3.26 c
Sabor residual amargo	5.51 c	8.28 b	9.88 a	3.31 d
Olor dulce	1.16 d	2.59 c	4.06 b	8.00 a
Color amarillo-verde	5.39 b	0.66 d	1.98 c	7.41 a
Sabor a maguey	8.39 b	3.63 d	5.65 c	9.81 a
Sabor dulce	1.98 b	1.13 c	2.68 b	5.15 a
Sabor agrio	0.85 c	0.43 c	1.86 b	4.72 a

Letras diferentes dentro de cada columna indican diferencia significativa, Tukey ( $p=0.05$ ).

a alcohol fue muy parecido al mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero. Este mezcal en una característica (a) fue igual y en tres (b) fue similar al mezcal de Zitlala (Cuadro 2).

El mezcal de Zitlala, Guerrero, se identifica por su sabor residual a alcohol y residual amargo, su olor a palma y por ser rasposo. Su sabor residual a alcohol, estadísti-



**Figura 2.** Medias estadísticas para los dieciséis descriptores en los cuatro mezcales evaluados.

camente, es igual al mezcal de Xochihuehuetlán, Guerrero, y muy parecido al mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero. Este mezcal en una característica (a) es igual y en dos (b) es similar al mezcal de Xochihuehuetlán.

El mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero, es diferente a los demás mezcales, estadísticamente, por su olor dulce, su color amarillo-verde, su sabor a maguey, su sabor dulce y su sabor agrio. Estas características únicas, más otras favorables estadísticamente (letra b) como las de olor a maguey cocido, olor a alcohol, olor a maguey quemado y sabor residual a alcohol le dan a este mezcal un sabor especial.

Cabe resaltar que de las características desfavorables a los mezcales, el mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero, presentó los grupos más alejados estadísticamente (los menos percibidos en el aroma global) en variables como: olor a humo, sabor a químico, picor en la cavidad nasal, olor a palma, rasposo y sabor residual amargo.

El análisis gráfico de los dieciséis descriptores en los cuatro mezcales evaluados mostró al mezcal de Totomochapa como el más destacado con relación al sabor a maguey, color amarillo-verde, olor dulce y olor a maguey cocido. También sobresalió por lo poco detectable en el olor a ceniza, olor a humo, olor a palma, sabor a químico, picor en la cavidad nasal, rasposo y sabor residual amargo (Figura 2).

La dispersión de las 20 degustaciones de los cuatro mezcales, representada en el espacio determinado por los tres primeros componentes principales, explicó en conjunto 72% de la variación total acumulada para las 16 variables evaluadas (Figura 3); lo que permite una mejor interpretación de la variación de los caracteres evaluados (Pla, 1986).

Con el análisis de clasificación se identificaron tres grupos de mezcales que presentan las siguientes características:

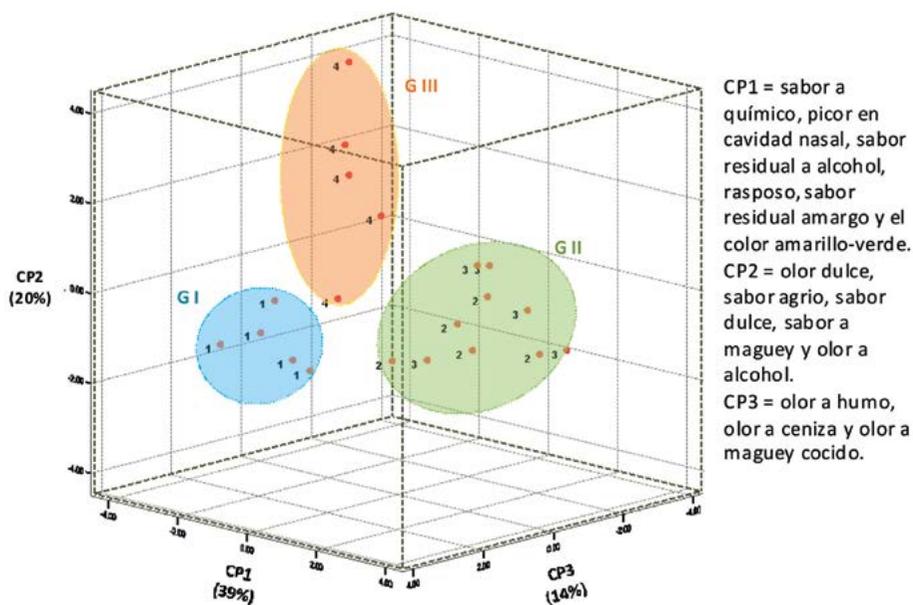
**GI:** Mezcal de Tlacolula, Oax. El grupo está formado por cinco degustaciones (repeticiones), que en promedio respecto a los otros grupos de mezcales se distingue por su sabor residual a alcohol, sabor residual amargo, su olor a palma y por ser rasposo, tienen menores intensidades de sabor a químico, picor en cavidad nasal y color amarillo-verde.

**GII:** Mezcal de Xochihuehuetlán, Guerrero, y Zitlala, Guerrero. Este conjunto incluye 10 degustaciones, se distinguen de los otros mezcales por su olor alcohol y a maguey quemado, sabor a químico, residual alcohol y picor en cavidad nasal. Además, de su sabor residual amargo, su olor a palma y ser rasposo.

**GIII:** Mezcal de Totomochapa Tlapa de Comonfort, Guerrero. En este grupo se ubicaron cinco degustaciones de un mezcal que destaca por presentar olor dulce, sabor a maguey, sabor dulce y sabor agrio, y ser de una coloración amarillo-verde. Estas características más marcadas respecto a los otros mezcales evaluados lo hacen único, más otras características favorables como olor a maguey cocido y olor a alcohol que le dan al mezcal evaluado un aroma global especial.

### CONCLUSIONES

El Mezcal de Totomochapa difirió favorablemente en sus características sensoriales respecto a los mezcales de Xochihuehuetlán y Zitlala, Guerrero y de Tlacolula, Oaxaca. El análisis de componentes principales y de conglomerados, en función de las 16 características evaluadas agrupó a los mezcales en tres grupos: el Mezcal de Tlacolula, Oax., que respecto a los otros grupos se distinguió por su sabor residual a alcohol, sabor residual amargo, su olor a palma y por



**Figura 3.** Dispersión de 20 degustaciones de cuatro mezcales, basada en los tres primeros componentes de los análisis de las 16 variables. GI=Mezcal de Tlacolula, Oax. GII=Mezcal de Xochihuehuetlán, Guerrero, y Mezcal de Zitlala, Guerrero. GIII=Mezcal de Totomochapa Tlapa de Comonfort, Guerrero.

ser rasposo; al Mezcal de Xochihuehuetlán, Guerrero, y Zitlala, Guerrero, que se diferenciaron por sus olores a alcohol y a maguey quemado, sabor a químico y residual alcohol y picor en cavidad nasal; y el Mezcal de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, Guerrero., que destacó por presentar olor y sabor dulce, sabor a maguey, sabor agrio y ser de una coloración amarillo-verde. Estas características más perceptibles respecto a los otros mezcales evaluados, aparte de otras favorables como olor a maguey cocido y olor a alcohol le confirieron al mezcal de Totomochapa un aroma global especial.

### AGRADECIMIENTOS

A los productores de mezcal de la comunidad de Totomochapa, Tlapa de Comonfort, por su apoyo brindado para la realización del presente trabajo de investigación, y a la Sociedad de Solidaridad Social Sanzekan Tinemi.

### LITERATURA CITADA

Alonso R.C. 2007. Manejo campesino en el sistema de producción de maguey papalote (*Agave cupreata* Trel. & A. Berger) para la elaboración de mezcal en la región de Chilapa, Guerrero. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Puebla, México.

Garza C.M. 2005. En Chilapa, Guerrero, el conocimiento es el abono para un nuevo esquema productivo del mezcal. *Expansión* 925. 28 de septiembre -12 de octubre de 2005. pp. 167-168.

Hernández M.A. 2007. Evaluación sensorial de productos agroalimentarios. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.

Hernández G.J., Domínguez H.M. 2003. Estrategias de mercadotecnia y los negocios de Mezcal. *Convergencia* No. 31, enero-abril 2003, UAEM, México.

Pla L.E. 1986. Análisis multivariado: método de componentes principales. OEA. Plan Rector Sistema Producto Estatal Maguey-Mezcal. 2012. Plan rector del sistema Maguey-Mezcal en el estado de Guerrero. SAGARPA. INCA Rural.

Romero G.A. 1997. Selección de un panel de análisis descriptivo. Tesis profesional. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.

SAS. 2002. SAS Institute Inc. 1995. SAS/STAT Users guide, version 6 fifth edition, volume1 and 2. SAS Institute, Inc. Cary, N.C.

# AGRICULTURA Y MIGRACIÓN COLECTIVA EN LA REGIÓN MONTAÑA DE GUERRERO, MÉXICO

## AGRICULTURE AND COLLECTIVE MIGRATION IN THE GUERRERO MOUNTAIN REGION, MEXICO

Morales-Jiménez, J.<sup>1\*</sup>; Bustamante-González, A.<sup>1</sup>; Vargas-López, S.<sup>1</sup>; Cano-Castañeda, U.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México.

\* **Autor de correspondencia:** morales@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To describe the agricultural activity and forms of migration of agricultural laborers in the municipality of Tlapa de Comonfort, Guerrero.

**Design/methodology/approach:** A questionnaire was applied to 108 migrants from 17 communities of the study municipality, for the descriptive analysis of the migratory process. The study variables considered sociodemographic characteristics, agricultural aspects and migratory aspects.

**Results:** In the municipality of Tlapa de Comonfort, 100% of the interviewees migrated with their family. This way of migrating is very advantageous because all members of the family have the possibility of working, which represents greater economic income. The type of farming activity that they practice in their communities is subsistence agriculture, insufficient to cover the needs of the family.

**Study limitations/implications:** The diversity of places of origin and the lack of a migrant registry make it difficult to apply random sampling.

**Findings/conclusions:** The agricultural laborers of the municipality of Tlapa de Comonfort, Guerrero, migrate because the agricultural activity does not generate sufficient income for their survival and in the region there are no alternative sources of employment.

**Keywords:** family strategy, agricultural laborers, Tlapa de Comonfort

### RESUMEN

**Objetivo:** Describir la actividad agropecuaria y las formas de migración de los jornaleros agrícolas en el municipio de Tlapa de Comonfort, Guerrero.

**Agroproductividad:** Vol. 11, Núm. 10, octubre. 2018. pp: 87-92.

**Recibido:** mayo, 2018. **Aceptado:** agosto, 2018.



**Diseño/metodología/aproximación:** Se aplicó un cuestionario a 108 migrantes de 17 comunidades del municipio de estudio, para el análisis descriptivo del proceso migratorio. Las variables de estudio consideraron características sociodemográficas, aspectos agropecuarios y aspectos migratorios.

**Resultados:** En el municipio de Tlapa de Comonfort el 100% de los entrevistados migró con su familia. Esta forma de migrar es muy ventajosa porque todos los miembros de la familia tienen la posibilidad de trabajar, lo que representa mayores ingresos económicos. El tipo de actividad agropecuaria que practican en sus comunidades es de subsistencia, insuficiente para cubrir las necesidades de la familia.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** La diversidad de los lugares de origen y la falta de un padrón de migrantes dificulta la aplicación de un muestreo aleatorio.

**Hallazgos/conclusiones:** Los jornaleros agrícolas del municipio de Tlapa de Comonfort, Guerrero, migran porque la actividad agrícola no les genera los ingresos suficientes para su supervivencia y en la región no se tienen fuentes de empleo alternativos.

**Palabras claves:** estrategia familiar, jornaleros agrícolas, Tlapa de Comonfort

torios mediante la implementación de proyectos sociales, y de programas de autosuficiencia alimentaria y de mejora de la calidad de vida. Tlapa de Comonfort, ubicada en la Montaña de Guerrero, México, ha sido vulnerable a este fenómeno, reflejado en el incremento del flujo migratorio anual, principalmente a los campos agrícolas del occidente, noreste y norte del país, entre los que destacan Sinaloa, Jalisco, Baja California y Chihuahua. Dos sitios importantes de salidas de los jornaleros son las Oficinas de Jornaleros Agrícolas y el Consejo Regional de la Montaña (Figura 1).

La migración ha sido estudiada por diferentes corrientes teóricas. La que más se ajusta para las condiciones de migración de la región Montaña es la corriente neoclásica, para la cual son centrales los mercados de trabajo como factores de equilibrio entre la oferta y la demanda de mano de obra, siendo la migración un mecanismo de equilibrio. Otro factor de mercado es el salario que refleja esta relación. Considera que la migración entre dos lugares es directamente proporcional a las diferencias de oportunidades económicas (Castillo, 1992). La nueva

## INTRODUCCIÓN

**La migración** es un fenómeno mundial que distorsiona los procesos culturales y organizativos para la producción en el sector primario. La población rural migra por la falta de oportunidad de empleo en su lugar de origen, tierras poco fértiles, el alto costo de los insumos empleados en sus actividades agropecuarias y, en menor medida, el interés por conocer otras zonas de trabajo. En las comunidades indígenas campesinas de México esta migración ocasiona el abandono de las tierras de cultivo y de la pequeña ganadería, y algunas veces la pérdida de valores culturales. Como alternativa, el gobierno federal instituyó en las zonas con mayor expulsión de mano de obra agrícola el Programa de Atención a Jornaleros Agrícolas, para disminuir los índices migra-



**Figura 1.** Jornaleros esperando salir desde las Oficinas de Jornaleros Agrícolas y del Consejo Regional de la Montaña en Tlapa de Comonfort, Guerrero, México.

economía de las migraciones laborales, considerada una variante de la teoría neoclásica, aporta y amplia algunos puntos básicos. Considera que la migración es una estrategia familiar y no individual, cuya única finalidad es aumentar el ingreso. Así mismo, que el motivo de la migración no es solo la diferencia salarial, sino que más bien considera una serie de factores o valores (Contreras, 2008), como son el efecto de las remesas, la información y de las complejas interdependencias entre los migrantes (Arango, 2003) o la estructura social donde está el migrante suscrito. Se sugiere ver la relación de manera integral, en el contexto – proceso – coacción – decisión de los migrantes (Contreras, 2008). En función de este planteamiento, el objetivo del estudio fue describir la actividad agropecuaria y las formas de migración de los jornales agrícolas que migran en el municipio de Tlapa de Comonfort, Guerrero, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio fue el municipio de Tlapa de Comonfort, en la región Montaña de Guerrero, México. El municipio ha sido beneficiario del Programa de Atención a Jornaleros Agrícolas. Se determinó una muestra de 108 migrantes para entrevistarlos, distribuida proporcionalmente en 17 comunidades del municipio. Se consideró una varianza máxima para una confiabilidad del 95%, considerando una población de 4292 migrantes. Las variables de estudio consideraron características sociodemográficas, aspectos agropecuarios (cultivos y/o especies; superficie, rendimiento, disponibilidad de insumos y destino de la producción), y aspectos migratorios (causas de la migración, forma de migración, ventajas de la forma de migración y periodos de migración).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características generales de los migrantes

En la Montaña de Guerrero se tienen familias numerosas. Una familia de migrantes tiene en promedio 10 miembros, con un mínimo de 2 y un máximo de 15; lo más común son familias de cinco a 10 integrantes (58%) y 14.8% tiene de 10 a 15 integrantes. Lo anterior contrasta con el promedio de 4.51 personas del reporte de la encuesta nacional de jornaleros agrícolas 2009 (SEDESOL, 2009; 2010). Respecto al estado civil, 70.4% son casados, el 20.4% se declaró en unión libre y el 8.3% no declaró su situación civil.

Respecto a la escolaridad, 58.3% no cursó la escuela, el 32.4% tiene primaria incompleta, 6.5% terminó la primaria y 2.8% la secundaria. Este dato dista mucho del

promedio nacional analfabeta de 5.5% (INEGI, 2016). De acuerdo con la CONAPO 2005, el estado de Guerrero tenía 20% de analfabetas, pero en la región de la Montaña, 12 de 19 municipios tenían 30% de analfabetas, y en otros supera el 50% (CONANP-PNUD, 2010). Por otro lado, la falta de educación no solo afecta a adultos jornaleros agrícolas, sino que hay una sucesión generacional por no seguir estudiando; dado que 64% de los niños de 6 a 18 años que migran con los jornaleros no estudian (SEDESOL, 2010). Los entrevistados manifestaron hablar alguna lengua indígena (100%): 56.4% hablan Tlapaneco o Me' phaa, 41.7% Náhuatl y 1.9% Na savi (Mixteco).

La edad promedio de los migrantes es de 39.3 años, observándose que 70.6% tiene de 17 a 46 años de edad, promedio menor al reportado por López (2010) para Puebla y Veracruz, donde la edad promedio del migrante es de 30 años de edad. La población migrante se encuentra en el rango de edad productiva reportada por De la Cruz (2009) corresponde al rango de 15 a 35 años de edad.

### Actividades agropecuarias

Los entrevistados definen a la parcela como el lugar donde realizan sus actividades agropecuarias. La tenencia de la tierra es ejido (63.9%), pequeña propiedad (0.9%) y comunal (25.9%); mientras que 9.3% es prestada, a medias o arrendada. El 92.0% de los migrantes entrevistados mencionó que trabaja su parcela. La superficie que destinan para la agricultura es en promedio de 1.6 ha, con un máximo de 6 ha. Esto contrasta con lo reportado por López (2010) en un estudio realizado sobre migración, quien encontró que solo 42.1% de los migrantes se dedicaba a las actividades agropecuarias.

### Actividades en la parcela del migrante

El 100% de los entrevistados siembra algún cultivo, principalmente el maíz; 90.7% lo siembra como monocultivo y los demás lo asocian con cultivos como frijol y calabaza. En general, las principales actividades en la Montaña son la agricultura, ganadería y la explotación forestal. Por su valor de la producción, la agrícola es la más importante. En la región se reportan otros cultivos como el sorgo, la calabacita, el chile verde, el tomate rojo y el arroz (CONANP-PNUD, 2010).

Un migrante siembra en promedio 1.26 ha de maíz (el 52.3% de los migrantes siembra 1 ha), con un máximo de 4 ha. El 100% de la superficie se cultiva bajo condición de temporal, con un rendimiento de maíz en pro-

medio de 780 kg ha<sup>-1</sup> y un máximo de 1560 kg ha<sup>-1</sup>. En la región Montaña se registran rendimientos de maíz de 651 kg ha<sup>-1</sup> en Metlatónoc y 2217 kg ha<sup>-1</sup> en Alpoyecá (CONANP-PNUD, 2010). Los bajos rendimientos de grano de maíz por hectárea se deben a la falta de agua, así lo señaló 100% de los entrevistados. La producción de maíz es para autoconsumo; cuando se vende el excedente, se realiza en el mercado local. Tomando como base el rendimiento promedio de grano de maíz por hectárea, 36% de los entrevistados no es autosuficiente, por lo que algunas familias campesinas tienen que comprar de 200 kg hasta 1650 kg de grano de maíz para subsistir todo el año.

### Actividades pecuarias

El 64.8% de los entrevistados no tiene animales en la unidad de producción. De los que sí tienen, 22.2% tiene asnos, 6.5% ganado bovino, 4.6% caprinos, 0.9% caballos, 62.0% aves de corral y 3.7% no contestó. La cantidad de animales en la unidad de producción es de uno a seis cabezas. La actividad ganadera (Figura 2) juega un papel importante en las familias de la Montaña de Guerrero, ya que es una fuente de ingreso familiar; económicamente, son los bovinos y los caprinos las especies de mayor importancia (CONANP-PNUD, 2010).

Se considera que la ganadería es el principal medio de capitalización de las unidades de producción de la Montaña de Guerrero (Gordillo, 2010) y para mantener esta estrategia de vida en la familia se tienen que hacer arreglos sobre quién debe migrar (Mutersbaugh, 2002; Medola, 2008). La escasa orientación ganadera de los migrantes entrevistados puede estar relacionada con lo señalado por Medola (2008), en el sentido de que las familias con menos activos productivos tienen migraciones más frecuentes y también, como lo cita Alvarado (2008), que la migración tiene algunos costos y dentro de estos se encuentra el abandono de las pocas posesiones que los pobres puedan tener.

### Aspectos migratorios del municipio de Tlapa de Comonfort

Las remesas no tienen un rubro fijo para gastarlo, pero lo destinan principalmente

para alimentación, educación, salud, ropa y calzado, vivienda y para actividades agrícolas. López (2010), menciona que el dinero que reciben como remesas las familias campesinas lo destinan en primera instancia para adquirir bienes y servicios, y en segundo lugar para la construcción de la casa.

### Factores determinantes para elegir la región a migrar

Factores diversos determinan el lugar a donde migran las familias. El 65.7% de los encuestados eligen la región porque conocen a alguien, familiar o no, y 34.3% lo hace por el manejo del idioma. Lo anterior, queda comprendido en lo que se ha discutido ampliamente en la creación de redes sociales entre migrantes (Anguiano, 1991; Lanzona, 1998; Mendoza, 2006). Para la migración indígena también es muy importante que en el lugar de destino hayan personas que hablen el mismo idioma indígena (Hernández, 2006).

Con respecto al número de días al año que migran, el 73.1% contestó que migra 120 días, el 23.1% migra 150 días, el 2.8% migra 160 días y el 0.9% migra 180 días. En promedio migran 128.6 días al año. La duración del periodo de estancia de los migrantes a las zonas que migran dependen del tipo de empleo, la distancia y la cantidad de miembros de la familia que migran (Hernández, 2006; Mendoza, 2006; Carte *et al.*, 2010; Hernández, 2006).

De los días que migran no todos son laborables. El 58.3% mencionó que trabajan 96 días por la temporada o periodo de migración, 13.9% trabaja 150 días y 12.0% trabaja 120. En promedio los migrantes trabajan 112.47 días; con un mínimo de 96 días y un máximo de 156 días de trabajo por año.



**Figura 2.** Cultivo y ganadería en los solares de los migrantes en el municipio de Tlapa de Comonfort, Guerrero, México.

Con relación al pago del jornal en la zona de migración, el 43.5% de los entrevistados mencionó que le pagan por jornal \$70.00, 17.6% que gana \$60.00 y 15.7% que gana \$100.00 por jornal. En promedio el jornal se cotiza en \$76.60, con un mínimo de \$50.00 y un máximo de \$250.00. El pago por jornal se define por una comparación del precio de la mano de obra de la zona expulsora

y la región receptora (Lanzona, 1998; Mendoza, 2006 y Hernández, 2006), de tal manera que los ingresos ofrecidos resultan atractivos. Sin embargo, aunque el jornal promedio en las zona receptoras puede ser igual, o incluso menor, que en la zona expulsora de mano de obra, resulta atractivo migrar porque se emplea toda la familia, generando un ingreso agregado mayor que en la zona de origen. La cantidad de personas de una misma familia que se emplean depende de la zona receptora; cuando son complejos agroexportadores en la temporadas de baja demanda de mano de obra se emplean a hombres jóvenes y en la de alta oferta de trabajo se contrata mano de obra infantil (Hernández, 2006).

### Las ventajas y desventajas de migrar con la familia

El 100% de los entrevistados migró con su familia. Esta forma de migración es muy ventajosa para la población de la Montaña de Guerrero porque todos tienen la posibilidad de trabajar y esto representa mayores ingresos económicos. El 94.4% contestó que la migración es una forma para mejorar el ingreso familiar y 5.6% mencionó varios elementos como son: invitación de un amigo o pariente, deseo de conocer otros lugares, falta de empleo y cambiar el modo de vida. La migración familiar en principio se plantea para la supervivencia del grupo, la herencia y la red de solidaridad (De Miguel, 2007).

### Elementos que potencian la decisión de migrar en el municipio de Tlapa de Comonfort

Los principales factores que incidieron en la decisión de migrar se asocian a elementos limitantes para la actividad agropecuaria. El 100% afirmó que migra por la falta de agua, tiene tierras pobres o de baja calidad (Figura 3), o tiene baja producción de cultivos por la incidencia de plagas y la erosión. Los problemas políticos y religio-

sos son también alicientes para la decisión de migrar. Sumado a lo anterior, se mencionó la contaminación de agua y el suelo. Agatón (2008), indica que una de las causas más importantes es estructural, es de decir, disparidades regionales, regiones con mucha mano de obra pero poco empleo y otros en situaciones inversa; 96% de los que migran lo hace porque no tienen empleo en su comunidad y su principal actividad es la agricultura (Agatón, 2008). Hernández y León (2007) encontraron cinco factores de la migración: la migración anterior, el

PIB regional, la tasa de crecimiento del empleo, aspectos legislativos y el clima.

La migración en la Montaña de Guerrero es temporal. La mayoría (96.3%) de los migrantes mencionó que regresa una vez por año a su comunidad. Así mismo, 98.1% de los encuestados mencionó que si regresará a vivir definitivamente en su comunidad. El retorno del migrante genera un beneficio al trasladar a sus comunidades de origen sus conocimientos tecnológicos, científicos, académicos y manuales (Altamirano, 2004).



**Figura 3.** Terrenos de cultivos de baja productividad en el municipio de Tlapa de Comonfort, Guerrero, México.

## CONCLUSIONES

La migración de los jornaleros agrícola en el municipio de Tlapa de Comonfort en el estado de Guerrero, México, es un fenómeno que se da

principalmente con el desplazamiento de toda la familia, que supone una ventaja comparativa con respecto a la migración sin familia. Esto concuerda con el principio de la teoría migratoria de la nueva economía, de que la migración es una estrategia familiar y no individual. En el municipio de estudio es notorio que los migrantes indígenas, Tlapanecos, Náhuatl y Mixtecos, migran en familia año con año en busca de mejores oportunidades económicas y de calidad de vida. Lo anterior, trae como consecuencia el abandono de las tierras de cultivo, de los animales de traspato y un parcial desarraigo de su

comunidad; en lo económico, los lugares de atracción o migración ofrecen mayores ingresos que en la región de origen de los migrantes, porque ocupan a toda la familia, lo cual no es posible en el lugar de origen.

## LITERATURA CITADA

- Agatón L.D. 2008. Cambio demográfico en la estructura familiar en el municipio de San Marcos, Guerrero, como consecuencia de la migración internacional y sus efectos en lo social y económico, Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Guerrero.
- Alvarado J.A.M. 2008. Migración y pobreza en Oaxaca. *El Cotidiano* 23:85-94.
- Altamirano T. 2004. Sostenibilidad de la migración internacional: costos y beneficios. XIV Encuentro Nacional de Estudios Populacionais, ABEP, realizado em Caxambu-MG-Brasil de 20 a 24 septiembre.
- Anguiano M.E. 1991. Jornaleros agrícolas migrantes en Baja California y California. *Revista Nueva Antropología* XI (039):155-167.
- Arango J. 2003. La explicación teórica de las migraciones: luz y sombra. *Migración y Desarrollo* 1: 1-30.
- Carte L., McWaters M., Daley E., Torres R. 2010. Experiencing agricultural failure: internal migration, tourism and local perceptions of regional change in the Yucatan. *Geoforum* 41:700-710.
- Castillo M.A. 1992. Contacto regional y migraciones a la frontera sur de México. *Estudios Demográficos y Urbanos* 3: 75-87
- CONANP-PNUD. 2010. Plan ecorregional de la Montaña y sus áreas prioritarias de conservación. Tlapa de Comonfort, Guerrero. 74 p.
- Contreras R. 2008. Migración, percepción cultural del trabajador periférico en el centro (constitución simbólica en contextos estructurados). Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro.
- De La Cruz, I. 2009. La educación y las escuelas de los niños migrantes indígenas de Guerrero en: Taurino Hernández Moreno (Coordinador). *Conocimientos y saberes para el desarrollo de la Montaña*. Pp. 69-87. CONANP, PNUD. Tlapa de Comonfort, Guerrero.
- De Miguel L.V. 2007. La dimensión familiar de las migraciones interregionales en España durante el siglo XX: un análisis territorial. Universidad Autónoma de Barcelona. España.
- Gordillo J.A. 2010. La diversidad y prácticas de manejo de los animales domésticos en la región de la Montaña del estado de Guerrero. Tesis de maestría en Desarrollo Sostenible de Zonas Indígenas. Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Puebla.
- Hernández T.J.M. 2006. De la miseria a la pobreza (análisis de las migraciones internas indígenas en México). *Análisis Económico* 2146: 209-235.
- Hernández A., León C.J. 2007. Análisis de los factores que determina la decisión de migrar hacia las Islas Canarias. *Investigaciones Regiones* 11: 93-112.
- INEGI. 2016. Encuesta Intercensal 2015. <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/analfabeta.aspx?tema=P>
- Lanzona L.A. 1998. Migration, self-selection and earnings in Philippine rural communities. *Journal of Development Economics* 56: 27-50.
- López M.G. 2010. Las redes sociales y migratorias, un acercamiento al fenómeno migratorio de Perote, Veracruz y Guadalupe Victoria, Puebla. Tesis de doctorado en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Puebla. 116 p.
- Medola M. 2008. Migration and technological change in rural households: complements or substitutes? *Journal of Development Economics* 85: 150-175.
- Mendoza C.J.E. 2006. Determinantes macroeconómicos regionales de la migración mexicana. *Migraciones Internacionales* 3(4): 118-145.
- Mutersbaugh T. 2002. Migration, common property, and communal labor: cultural politics and agency in a Mexican village. *Political Geography* 21: 473-494.
- SEDESOL. 2009. Encuesta nacional de jornaleros agrícolas 2009. En <http://www.sedesol.gob.mx/index/index.php?sec=336>. Consultado el día 18 de enero de 2011.
- SEDESOL. 2010. Programa de Jornaleros Agrícolas. Desarrollo de habilidades. <http://www.sedesol.gob.mx/index/index.php?sec=303>. Fecha de revisión septiembre 2010.



# ANÁLISIS DE VACÍOS Y OMISIONES DE CONSERVACIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL ESTADO DE GUERRERO, MÉXICO

## GAP ANALYSIS OF THE PROTECTED NATURAL AREAS OF THE STATE OF GUERRERO, MEXICO

Neri-Suárez, M.<sup>1\*</sup>, Bustamante-González, A.<sup>2</sup>; Ortiz-Alamilla Adriana, I.<sup>1</sup>; Hernández-Moreno, T.<sup>3</sup>; Velázquez-Muñoz, K.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Politécnica de Puebla. Tercer Carril del Ejido "Serrano" s/n San Mateo Cuanalá. Juan C. Bonilla, Puebla, Puebla, México. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México. <sup>3</sup>Universidad Autónoma de Guerrero. Escuela Superior de Sociología. Paseo de la Cañada, esq. Andador Grani-zo, Colonia Infonavit Alta Progreso, Acapulco, Guerrero, México. <sup>4</sup>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Delegación Puebla. Departamento de Recursos Naturales y Vida Silvestre. Avenida 3 Poniente 2926, Colonia la Paz. Puebla, México.

\*Autor para correspondencia: ing.mns@gmail.com

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the conservation and omission gaps (gap analysis) of the types of vegetation with respect to the Protected Natural Areas (PNA) of the state of Guerrero, Mexico.

**Design/methodology/approach:** A gap analysis was carried out to determine the conservation and omission gaps of vegetation types in the PNA of the state of Guerrero, México. Digital cartography of the use of soil and vegetation at a scale of 1: 250,000 and of the federal and state PNA of the state was used. The digital cartographic information was integrated into the geographic information system ArcGis TM version 10.5, for the overlap of digital maps of the PNA and the types of vegetation. The vegetation surface occupied inside and outside the PNA was estimated.

**Results:** Ten types of vegetation were identified, with an area of 17 344 ha, of which five types were omission of conservation, since they were present altogether in only 1.62% of the surface of the PNA with vegetal coverage. Regarding the conservation gaps, it was found that five types of vegetation were not present in any PNA.

**Limitations of the study/Implications:** The available cartography of vegetation and land use, due to its original scale, has an imprecision in the delimitation of its categories. It is advisable to develop cartography with scales of better resolution.

**Findings/Conclusions:** The current location and surface of the PNA is not enough to conserve the ecosystems present in the state of Guerrero, Mexico.

**Keywords:** gap analysis, biodiversity, conservation, Mexico.

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar los vacíos y omisiones de conservación (análisis gap) de los tipos de vegetación con respecto a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) del estado de Guerrero, México.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se realizó un análisis gap para determinar los vacíos y omisiones de conservación de los tipos de vegetación en las ANP del estado de Guerrero, México. Se utilizó la cartografía digital del uso de suelo y vegetación a escala 1:250,000 y de las ANP federales y estatales del estado. La información cartográfica digital se integró en el sistema de información geográfica ArcGis TM versión 10.5, para superposición de mapas digitales de las ANP versus los tipos de vegetación. Se estimó la superficie de vegetación ocupada dentro y fuera de las ANP.

**Resultados:** Se identificaron 10 tipos de vegetación, con una cobertura de 17 344 ha, de las cuales cinco tipos son omisión de conservación, ya que están presentes en conjunto en solo el 1.62% de la cobertura vegetal de las ANP del estado. En cuanto a los vacíos de conservación, se encontró que cinco tipos de vegetación no están presentes en ningún ANP.

**Limitaciones del estudio/Implicaciones:** La cartografía disponible de vegetación y uso del suelo, por su escala original, tiene imprecisión en la delimitación de sus categorías. Es recomendable obtener cartografía más precisa.

**Hallazgos/conclusiones:** La ubicación y superficie actual de las ANP no es suficiente para conservar los ecosistemas presentes en el estado de Guerrero, México.

**Palabras clave:** análisis gap, biodiversidad, conservación, México.

## INTRODUCCIÓN

La tendencia internacional de conservación y protección de recursos naturales y sus bienes y servicios asociados, aplicada en diferentes acuerdos y convenciones, está centrada en la creación de zonas con restricciones de uso y aprovechamiento. En México están reconocidas legalmente como Áreas Naturales Protegidas (ANP). Como parte de las políticas de conservación de ecosistemas y de la biodiversidad, en el país se ha realizado un esfuerzo importante por proteger la mayor parte de los ecosistemas, aunque se observa cierta preferencia por ecosistemas considerados, desde el punto de vista biológico, más relevantes, como son las selvas perennifolias. También hay un desequilibrio en el establecimiento de las ANP a nivel de los estados, asociados tanto a una deficiente planeación nacional como al desinterés de los estados para promover y hacer funcional esta estrategia de la conservación.

En México predomina un criterio ad hoc para seleccionar los sitios de conservación, que busca ubicar ANP en zonas de alta biodiversidad, generalmente no aptas para la agricultura o el desarrollo urbano y de poco valor comercial (Leader-Williams *et al.*, 1990; Pressey, 1994; Ceballos, 2007); aunque el resultado a veces es de una representación inadecuada de los ecosistemas, sobre

todo cuando se analizan en una perspectiva nacional o regional.

La adecuada ubicación de las ANP es importante para una conservación efectiva y eficiente (Wiersma y Nudds, 2009). La superficie terrestre protegida en el país es del 13.05% (SEMARNAT-CONANP, 2016), lo que representa un esfuerzo importante en términos de conservación en México. Sin embargo, aún se tienen ecosistemas no suficientemente protegidos y los procesos de deterioro, por la deforestación y el cambio de cobertura vegetal, continúa. Algunas estimaciones indican que existe una tendencia a la alza en las tasas de deforestación, que van desde las 365,000 hasta más de 1,500,000 ha por año (Mas *et al.*, 2004; Figueroa y Sánchez-Cordero, 2008; FAO, 2010; FAO, 2015). Por esto, se requiere un monitoreo permanente de las estrategias de conservación, dentro de las que sobresalen las ANP.

El análisis gap es una herramienta que sirve de apoyo para los tomadores de decisiones que, en combinación con indicadores de biodiversidad a nivel de ecosistemas y especies, facilita la ubicación de ANP representativas (Scott *et al.*, 1993). El análisis a nivel de ecosistemas se define como filtro grueso (Hunter, 2005) y se utiliza sobre todo cuando existe un vacío de conocimiento sobre el estado de la biodiversidad de un área determinada. Además, permite hacer inferencias sobre la disponibilidad de hábitat para especies animales y su distribución (Noss, 1990; Scott *et al.*, 1993; Rodrigues y Brooks, 2007), debido a que el hábitat de las especies de vertebrados está correlacionado con la vegetación existente de un área determinada (Caicco *et al.*, 1995). Estudios con la metodología del análisis gap sugieren como meta de conservación un porcentaje de entre 10% y 12% de la superficie de un territorio (Cantu *et al.*, 2003; Roe y Hollands, 2004), a pesar de que no existe evidencia científica sobre si esta superficie es suficiente para mantener los procesos ecológicos y las poblaciones de flora y fauna viables (Soulé y Sanjayan, 1998). Actualmente, el estándar propuesto en las metas de conservación internacionales para el 2020 es de 17% de la superficie terrestre y aguas continentales (CBD, 2010).

El estado de Guerrero, México, adolece de información suficiente sobre las ANP del estado, a pesar de que su biodiversidad es importante, ya que cuenta con 11,965 km<sup>2</sup> de la Sierra Madre del sur y 500 km de litoral del pacífico, en ellos se encuentran ecosistemas considerados como sitios de alto endemismo y riqueza en todos los

grupos y especies con distribución restringida (Arriaga et al., 2000). En esta investigación se analizaron los vacíos y omisiones de los tipos de vegetación presentes en las ANP de Guerrero, con el fin de aportar elementos para identificar prioridades de conservación en el territorio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la metodología del análisis gap para determinar los vacíos y omisiones de conservación de los tipos de vegetación en las ANP del estado. Se definió como vacío de conservación a todos los tipos de vegetación no presentes en las ANP de Guerrero. En las omisiones de conservación, se consideró esta definición para tipos de vegetación presentes en las ANP, pero con una superficie no significativa (menor al 1%). Se utilizó la cartografía digital del uso de suelo y vegetación a escala 1:250,000 para identificar los tipos de vegetación (INEGI, 2015), así como las ANP federales y estatales reportadas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas presentes en el estado de Guerrero (CONANP, 2017). La información cartográfica digital se integró en el sistema de información geográfica ArcGis TM versión 10.5 (ESRI, 2016). Se utilizó la herramienta "Clip" para ajustar los polígonos correspondientes a los tipos de vegetación y ANP federales que están fuera de los límites políticos del estado, y se realizó una superposición de mapas digitales de las ANP versus los tipos de vegetación. Por último, se utilizó la herramienta "calculate geometry" para calcular en hectáreas la superficie de vegetación ocupada dentro y fuera de las ANP.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Áreas Naturales Protegidas en el estado de Guerrero

El estado de Guerrero tiene una superficie de 6,349,880 ha, de las cuales solamente el 0.27% de la superficie terrestre del estado (Cuadro 1) se encuentran bajo el esquema de protección en 11 ANP, seis con decreto federal y cinco con decreto estatal. Guerrero es el se-

gundo estado con menor superficie protegida, después de la Ciudad de México, mientras que en otros estados del sur como Tabasco (14%), Oaxaca (3.65%), Veracruz (3.6%) y Puebla (10%) tienen superficies de conservación que superan el 3% de sus territorios, respectivamente (CONABIO, 2009; Neri et al., 2015).

### Análisis de vacíos y omisiones de conservación

En el estado de Guerrero se identificaron 10 tipos de vegetación, que cubren una superficie de 4 689 125 ha, de las cuales únicamente se encuentran 12 100 ha en ANP federales y 3 349 en ANP estatales, que en conjunto suman el 1.65% de la vegetación del estado (Figura 1 y Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Superficie de las Áreas Naturales Protegidas con decreto federal y estatal en el estado de Guerrero, México.

ANP Federales	Superficie (ha) <sup>1</sup>	Superficie (%)
General Juan Álvarez	346	0.0054
Grutas de Cacahuamilpa	1593	0.0251
Sierra de Huautla	8495	0.1338
Playa Piedra de Tlacoyunque	96	0.0015
Playa de Tierra Colorada	63	0.0010
El Veladero	3627	0.0571
ANP Estatales		
El Pericón	369	0.0058
Bicentenario	31	0.0005
Los Olivos	1245	0.0196
El Nanchal	1386	0.0218
El Limón	93	0.0015
Total	17344	0.2731

<sup>1</sup>Datos obtenidos con la cartografía digital disponible en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>).

En el análisis gap, con respecto a los 10 tipos de vegetación presentes en el estado de Guerrero, se obtuvo que la selva mediana, la selva baja, el bosque de pino, el bosque de encino y el popal – tular son omisiones de conservación ya que se encuentran presentes en las ANP, pero por debajo del 1% (Figura 2).

En cuanto a los vacíos de conservación, se encontró que el bosque de galería, el bosque de táscate, el bosque mesófilo de montaña, manglar y sabanoide no están presentes en ningún ANP de Guerrero (Figura 3).

Es evidente que existen omisiones y vacíos de conservación importantes en el estado. Esta tendencia está presente a nivel nacional, ya que en otros estudios realizados a nivel estatal, donde utilizaron la vegetación como indicador de biodiversidad (Cantu et al., 2003; Rentería et al., 2010; Chapa-Vargas y Monzalvo-Santos, 2012; Neri et al., 2015) reportaron importantes vacíos y omisiones de conservación de ecosistemas similares a los encontrados en este estudio. Entre ellos se destacan los bosques de pino, bosques de encino, selvas medianas y bosque mesófilo de montaña. El establecimiento de nuevos sitios de conservación es de suma importancia

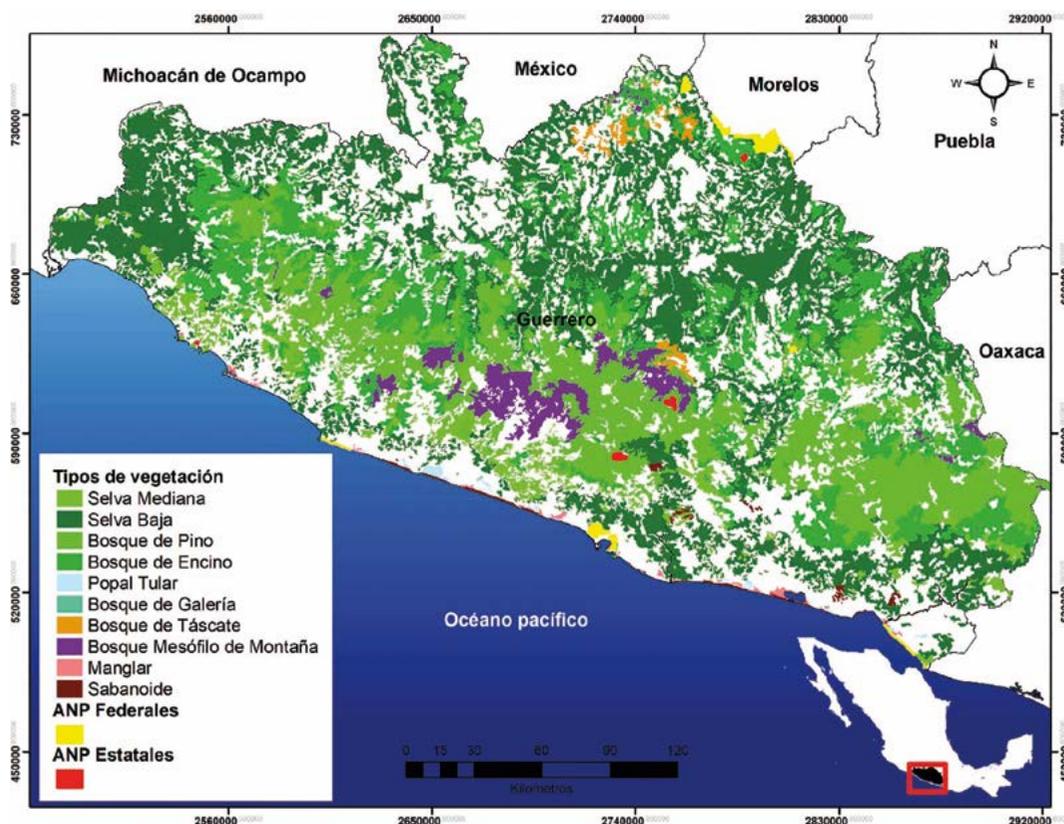


Figura 1. Ubicación geográfica de los tipos de vegetación y las ANP presentes en el estado de Guerrero, México.

Cuadro 2. Superficie de conservación en el estado de Guerrero por tipo de vegetación.

Ecosistema	Superficie del tipo de vegetación (ha)	Superficie del tipo de vegetación en ANP federales (ha)	Superficie del tipo de vegetación en ANP estatales (ha)	Superficie total en el sistema de ANP (ha)	Nivel de representatividad ecológica (%)
Selva Mediana	221 341	1 314	102	1 416	0.64
Selva Baja	1 926 763	7 974	0	7 974	0.41
Bosque de Pino	1 134 666	371	2 865	3 236	0.29
Bosque de Encino	1 156 806	2 434	382	2 816	0.24
Popal - tular	11 054	7	0	7	0.07
Bosque de Galería	3 100	0	0	0	0.00
Bosque de Táscate	36 387	0	0	0	0.00
Bosque Mesófilo de Montaña	165 247	0	0	0	0.00
Manglar	14 050	0	0	0	0.00
Sabanoide	19 711	0	0	0	0.00
Total	4 689 125	12 100	3 349	15 449	1.65

en Guerrero, ya que, debido a su ubicación geográfica, es considerado como uno de los estados con mayor biodiversidad. Así mismo, a pesar de la importante presencia de biodiversidad en la región de la Sierra Madre Sur, se ha reportado como la región con menor cobertura de ANP en México (Koleff y Urquiza-Hass., 2011). La Sierra Madre del Sur recorre toda la longitud del estado y se considera la cadena montañosa con mayor concentración de biodiversidad en una superficie de relati-

vamente pequeña, y a su vez con mayor impacto antropogénico (Arriaga *et al.*, 2000; Cantú *et al.*, 2013). En esta región montañosa se tiene una presencia de ecosistemas prioritarios como bosques mesófilo de montaña, bosques de coníferas, mixtos y selva mediana, los cuales se han reportado como "hotspots" a nivel mundial por su elevada concentración de especies endémicas pero con altas tasas de pérdida de hábitat (Myers *et al.*, 2000; CONABIO, 2009). En el caso del estado de Guerrero, en

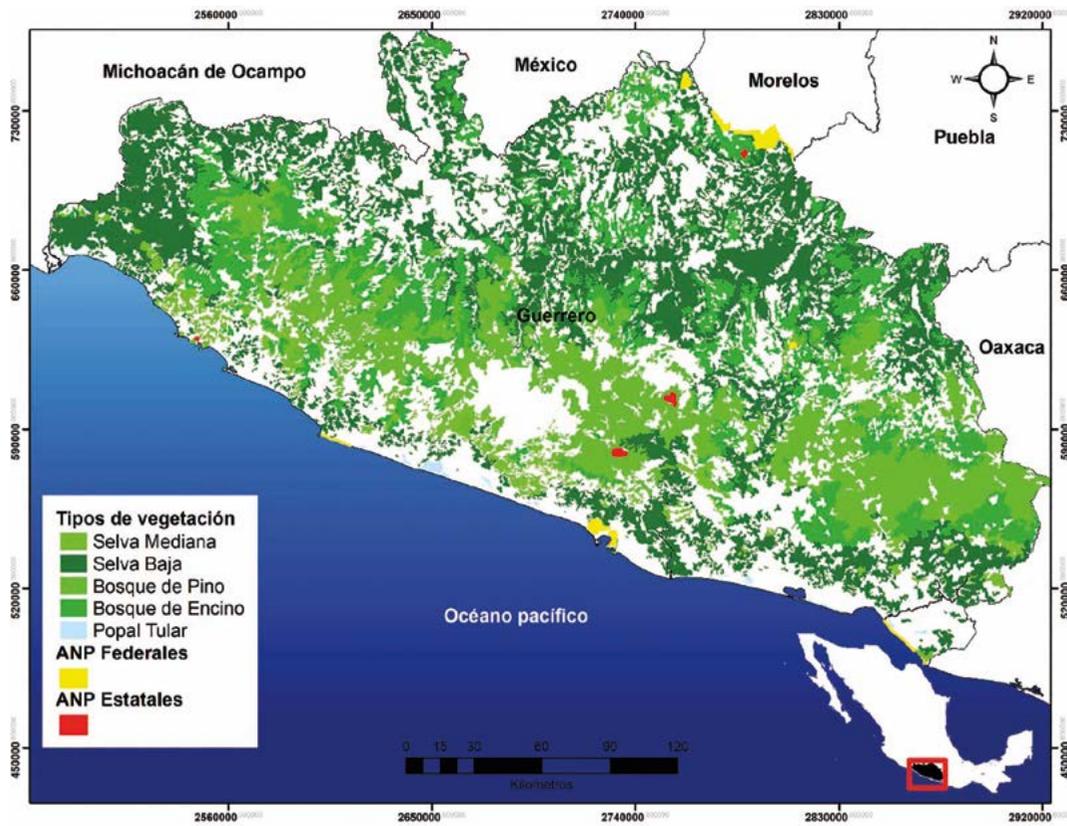


Figura 2. Omisiones de conservación de cinco tipos de vegetación presentes en el estado de Guerrero, México.

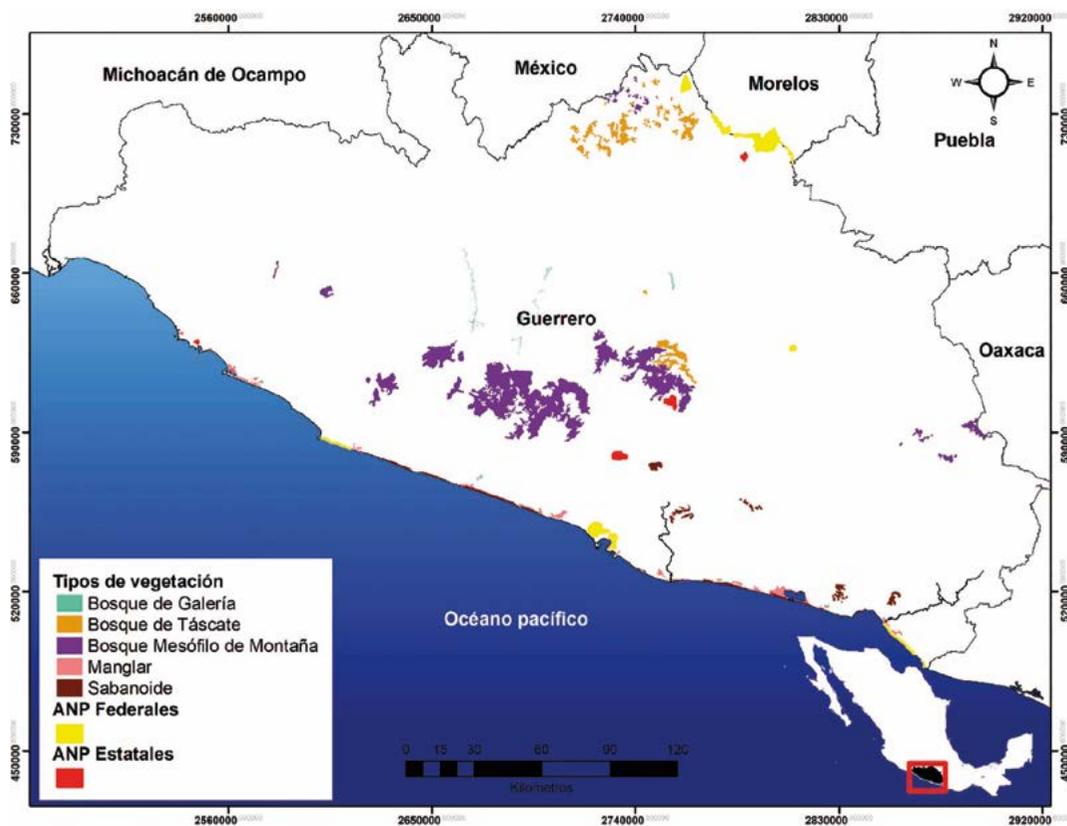


Figura 3. Vacíos de conservación de cinco tipos de vegetación presentes en el estado de Guerrero, México.



su territorio cuenta con más de 500 km de costas en el pacífico, donde se presentan ecosistemas importantes como el manglar y el bosque de galería. Sin embargo, ninguno de estos tipos de vegetación está presente en las ANP del estado, por lo que es importante planificar más ANP en el estado.

## CONCLUSIONES

El estado de Guerrero, México, tiene una cobertura de 10 tipos de vegetación de los cuales únicamente el 0.27% está presente en ANP, cinco están subrepresentadas y las otras cinco no están presentes en ninguna ANP. El establecimiento de nuevas ANP en el estado deberán estar ubicadas en sitios con los tipos de vegetación con vacíos y omisiones de conservación identificados en este estudio. Los ecosistemas como el bosque de encino, bosques de pino, bosque mesófilo de montaña, bosque de galería, selva baja, selva mediana y manglares son prioritarios para la conservación, ya que son hábitats imprescindibles para especies animales; además, brindan bienes y servicios ambientales fundamentales para las diversas actividades humanas, por lo cual los esfuerzos de conservación deberán estar orientados a elevar su superficie de conservación en el estado.

## LITERATURA CITADA

- Arriaga L., Espinoza J.M., Aguilar C., Martínez E., Gómez L., Loa. 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Caicco S.L., Scott J.M., Butterfield B., Csuti B. 1995. A GAP analysis of the management status of the vegetation of Idaho (U.S.A.). *Conservation Biology* 9: 498–511.
- Cantu C., Wright R.G., Scott J.M., Strand E. 2003. Conservation assessment of current and proposed nature reserves of Tamaulipas state, Mexico. *Natural Areas Journal* 23: 220–228.
- Cantú A. M., Estrada Arellano J.R., Salinas Rodríguez M.M. 2013. Vacíos y omisiones en conservación de las ecorregiones de montaña en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 4: 10–27.
- Ceballos G. 2007. Conservation priorities for mammals in megadiverse Mexico: The efficiency of reserve networks. *Ecological Applications* 17: 569–578.
- Chapa-Vargas L., Monzalvo-Santos K. 2012. Natural protected areas of San Luis Potosí, Mexico: ecological representativeness, risks, and conservation implications across scales. *International Journal of Geographical Information Science* 26: 1625–1641.
- CONABIO 2009. Ampliación del Corredor Biológico Mesoamericano - México, en los estados de Tabasco, Oaxaca y Veracruz. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONANP 2017. Cobertura de las Áreas Naturales Protegidas Federales de México. <http://sig.conanp.gob.mx/> (Fecha de consulta: septiembre 2, 2017).
- CBD (Convention on Biological Diversity) 2010. Aichi Biodiversity Targets. <http://www.cbd.int/sp/targets/> (Fecha de consulta: septiembre 2, 2017).
- ESRI 2016. ArcMap 10. Environmental Systems Resource Institute, Redlands, California.
- Food and Agriculture Organization (FAO) 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe principal. Estudio FAO Montes. Roma, Italia. 346 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO) 2015. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia.
- Figueroa F., Sánchez-Cordero V. 2008. Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico. *Biodiversity and Conservation* 17: 3223–3240.
- Hunter M.L. 2005. A mesofilter conservation strategy to complement fine and coarse filters. *Conservation Biology* 19: 1025–1029.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática) 2015. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, Serie V. Escala 1:250,000. México.
- Koleff P., Urquiza-Hass T. 2011. Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Leader-Williams N., Harrison J., Green M.J.B. 1990. Designing protected areas to conserve natural resources. *Science progress* 74: 189–204.
- Mas J.F., Velázquez A., Díaz-Gallegos J.R., Mayorga-Saucedo R., Alcántara C., Bocco, G., Castro R., Fernández T., Pérez-Vega A. 2004. Assessing land use/cover changes: a nationwide multirate spatial database for Mexico. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 5: 249–261.
- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Fonseca G.A.B., Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.
- Neri S.M., Bustamante G.A., Vargas L.S., Guerrero R.J.D. 2015. Representatividad ecológica de las áreas naturales protegidas del Estado de Puebla, México. *Ecología Aplicada* 14: 87–93.
- Noss R.F. 1990. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology* 4: 355–364.
- Pressey R.L. 1994. Ad hoc reservations - Forward or backward steps in developing representative reserve systems. *Conservation Biology* 8: 662–668.
- Rentería A.L., Ayala C.C., Castellón E.E., Moncivais M.J., Saldivar F. 2010. Representatividad de los tipos de vegetación en las Áreas Naturales Protegidas de Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 2.
- Rodrigues A.S.L., Brooks T.M. 2007. Shortcuts for Biodiversity Conservation Planning: The Effectiveness of Surrogates. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 38: 713–737.
- Roe D., Hollands M. 2004. Protected Areas: How much is enough? *Sustainable Development* OPINION 2.
- Scott J.M., Davis F., Csuti B., Noss R., Butterfield B., Groves C., Anderson H., Caicco S., D'Erchia F., Edwards J., T.C., Ulliman J., Wright R.G. 1993. Gap Analysis: A Geographic Approach to Protection of Biological Diversity. *Wildlife Monographs* 3–41.
- SEMARNAT-CONANP 2016. Prontuario Estadístico de las Áreas Naturales Protegidas de México. México. 104 p.
- Soulé M.E., Sanjayan M. 1998. Ecology: Conservation Targets: Do They Help? *Science* 279: 2060–2061.
- Wiersma Y.F., Nudds T.D. 2009. Efficiency and effectiveness in representative reserve design in Canada: The contribution of existing protected areas. *Biological Conservation* 142: 1639–1646.

# MUJER, AGRICULTURA Y POBREZA: ESTUDIO EN DOS COMUNIDADES DE LA MONTAÑA DE GUERRERO, MÉXICO

## WOMEN, AGRICULTURAL AND POVERTY: A STUDY IN TWO COMMUNITIES IN THE MONTAÑA REGION OF GUERRERO, MÉXICO

Balbuena-Ramírez, J.<sup>1</sup>; Ramírez-Valverde, B.<sup>1\*</sup>; Bustamante-González, A.<sup>1</sup>; Vargas-López, S.<sup>1</sup>; Pérez-Magaña, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México.

\*Autor para correspondencia: bramirez@colpos.mx

### ABSTRACT

**Aim:** To analyze the socio-economic conditions and the activities carried out by the women of the communities of Santa Cruz, municipality of Huamuxtitlán, and of Colombia de Guadalupe, municipality of Malinaltepec, that belong to the region of La Montaña in the state of Guerrero.

**Design/methodology/approach:** The information was obtained by a statistical sampling, with a total sample size of 98 women; 46 were interviewed in Colombia de Guadalupe (46.9%) and 52 in Santa Cruz (53.1%).

**Results:** 50% of the women in the study, primarily adults, recognized that they speak Mixteco, Nahuatl or Tlapaneco. These women and their families practice traditional agriculture in small areas with very low yields in their crops. Women do a great deal of domestic and farming activities. Migration is present in the communities and the remittances are essential. An increase in the rate of migration of women was detected during the last years.

**Limitations of the study/implications:** Differences were observed between the two municipalities, thus it will be necessary to continue the studies in the other municipalities of the Montaña de Guerrero, one of the poorest in the country.

**Findings/conclusions:** Migration plays an important role in the economy of families and a great majority of women consider themselves to live in conditions of poverty. Even though the population in both communities live in the poverty, the women in Santa Cruz have better life conditions compare with the ones in Colombia de Guadalupe.

**Keywords:** subsistence agriculture, marginalization, migration, smallholding

### RESUMEN

**Objetivo:** Analizar las condiciones socioeconómicas y las actividades que realizan las mujeres de las comunidades de Santa Cruz, municipio de Huamuxtitlán, y Colombia de Guadalupe, municipio de Malinaltepec, pertenecientes a la región de La Montaña del estado de Guerrero.

**Agroproductividad:** Vol. 11, Núm. 10, octubre. 2018. pp: 99-105.

**Recibido:** mayo, 2018. **Aceptado:** agosto, 2018.



**Diseño/metodología/aproximación:** La información se obtuvo mediante un muestreo estadístico, con un tamaño de muestra total de 98 mujeres, con 46 entrevistadas en Colombia de Guadalupe (46.9%) y 52 en Santa Cruz (53.1%).

**Resultados:** El 50% de las mujeres en estudio, sobre todo adultas, reconocieron que hablan Mixteco, Náhuatl o Tlapaneco. Las mujeres y sus familias practican agricultura tradicional en pequeñas superficies con escasos rendimientos en sus cultivos. Las mujeres realizan gran cantidad de actividades domésticas y agropecuarias. La migración está presente en las comunidades y las remesas son importantes. Se detectó un aumento en la migración de las mujeres durante los últimos años.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Se observaron diferencias entre los dos municipios, por lo que sería conveniente continuar con estudios en los otros municipios de la Montaña de Guerrero, una de las regiones más pobres del país.

**Hallazgos/conclusiones:** La migración juega un papel importante en la economía familiar y la inmensa mayoría de las mujeres consideran que viven en condiciones de pobreza. Aunque la población de las dos comunidades se encuentra en condiciones de pobreza, las mujeres de Santa Cruz están en mejores condiciones de vida comparadas con las mujeres de Colombia de Guadalupe.

**Palabras clave:** agricultura de subsistencia, marginación, migración, minifundio.

racterizan por ser las más pobres de las pobres del país, al no tener lo necesario o indispensable para sobrevivir, lo que se refleja en su salud y nutrición. Sin embargo, en la misma región de la montaña se encuentran diferencias significativas por los niveles de pobreza, encontrando una marcada desigualdad entre la Montaña Alta, enmarcada por terrenos abruptos, agricultura de subsistencia, marginación social y económica, y la Cañada, conocida como región con nivel medio de margi-

## INTRODUCCIÓN

**La Región** de la Montaña presenta alta marginación, pobreza extrema, dificultades de acceso en época de lluvia y escasez de servicios públicos. El principal medio de vida es la agricultura, pero no es suficiente para la subsistencia de la familia. La migración es otro medio para generar ingresos, por lo que la región es zona expulsora de mano de obra a Culiacán, Acapulco, al estado de Morelos y a los Estados Unidos. Las condiciones de marginación y pobreza afectan a la mayoría de la población, pero quienes son más vulnerables son los niños y las mujeres. Las mujeres en la Montaña de Guerrero (Figura 1), principalmente en las comunidades indígenas, tienen escasa participación en la toma de decisiones, tanto en su comunidad como dentro de su misma familia. Esto fomenta su marginación y repercute su calidad y nivel de vida. Factores culturales (usos y costumbres; idiomas locales), religiosos, condiciones de pobreza y factores psicológicos las aíslan aún más, dando lugar a una situación difícil de sobrellevar.

La pobreza, según Boltvinik (2003), es "entendida como las carencias y sufrimientos humanos que se derivan de las limitaciones de recursos económicos". La feminización de la pobreza es evidente, ya que las mujeres representan el 70% de los más de mil millones trescientos mil seres humanos que viven por debajo del umbral de la pobreza absoluta (ONU, 2004). Las mujeres de La Montaña se ca-



**Figura 1.** Mujeres indígenas de la Montaña de Guerrero, México.

nación, enmarcada con acceso a todos los servicios, agricultura excedentaria y con más oportunidades de desarrollo, lo que se supone que contribuye a una mejor calidad de vida. Este trabajo tiene el propósito de analizar las condiciones socioeconómicas y las actividades que realizan las mujeres en dos comunidades de la región Montaña del estado de Guerrero, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la región Montaña de Guerrero (Figura 2). La región está compuesta por 19 municipios y en el año 2000 tenía una población de 300 726 habitantes, compuesta en 51.8% por mujeres, la mayor parte indígenas de los grupos nahuas, tlapanecos y mixtecos, en un territorio caracterizado por la pobreza y marginación (Morales-Hernández, 2015). Como estudio de caso, se seleccionaron las comunidades de Santa Cruz, del municipio de Huamuxtitlán, y Colombia de Guadalupe, del municipio de Malinaltepec. La comunidad de Santa Cruz pertenece a un municipio bien comunicado y con acceso a servicios, en la zona de la Cañada, subregión Montaña Baja. En tanto que la comunidad de Colombia de Guadalupe pertenece a una de las zonas con pobreza extrema, de difícil acceso, escasez de servicios básicos y alta marginación, en la Montaña Alta (Figura 3).

El tamaño de la muestra se determinó mediante muestreo cualitativo con varianza máxima, con una confiabilidad de 95% y 10% de precisión. Se tomó como población el listado de mujeres mayores de 12 años registradas en el 2007 en los centros de salud para población dispersa. La población fue de 431 en Santa Cruz y 305 en Colombia de Guadalupe. El tamaño de muestra quedó definido en 85 mujeres, sin embargo, por seguridad, la muestra final aumentó a 98 mujeres en estudio, 46 de Colombia de Guadalupe (46.9%) y 52 de Santa Cruz (53.1%). Se hizo



**Figura 2.** Localidades de estudio en la región de la Montaña de Guerrero, México.

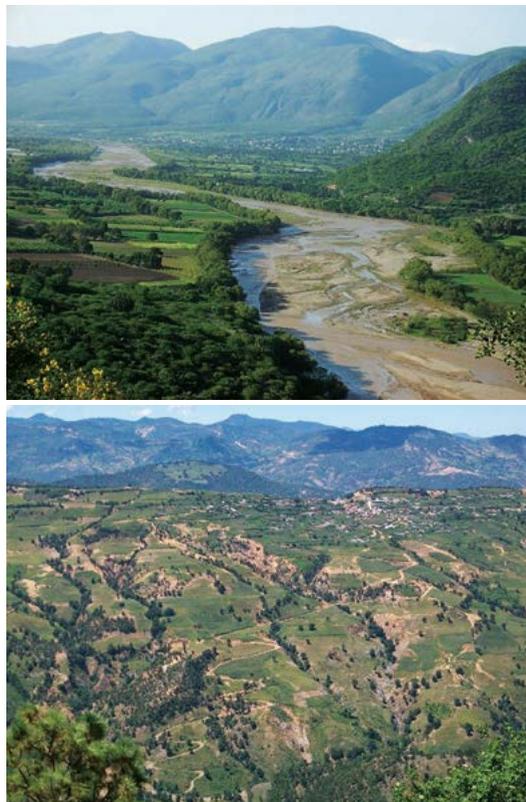
una comparación de variables de las dos comunidades utilizando análisis de varianza. Se evaluó también, considerando una escala del 1 a 10, la percepción de las entrevistadas de su nivel de calidad de vida en tres periodos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características demográficas

De acuerdo al análisis de varianza, no existe diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre las comunidades de Colombia de Guadalupe y Santa Cruz en las variables demográficas: edad de las mujeres, edad de compromiso, integrantes de la familia, número de mujeres por familia y número de hombres por familia. La edad promedio de las mujeres del estudio de las dos comunidades (Cuadro 1) fue de  $40.3 \pm 19.3$  años, con un rango de 12 a 88 años. El 50% de las mujeres en estudio, sobre todo adultas, reconocieron que hablan Mixteco, Náhuatl o Tlapaneco y la mayoría fueron casadas o en unión libre (58.2%); el resto fueron solteras (25.4%), viudas (11.2%) o madres solteras o divorciadas (5.1%).

La edad en que contrajeron matrimonio o decidieron vivir con su pareja fue a los  $17.8 \pm 3.5$  años de edad, lo que contrasta con las áreas urbanas donde las mujeres se casan, en su mayoría, después de los 25 años (Welti, 2000). El 74.5% de las mujeres tienen hijos y el número de estos fue de  $5.8 \pm 3.4$ , lo que indica el inicio de una



**Figura 3.** Sub-regiones Montaña Baja y Montaña Alta en Guerrero, México.

**Cuadro 1.** Variables demográficas de las mujeres para las comunidades de Santa Cruz y Colombia de Guadalupe, Guerrero, México.

Variable	Santa Cruz Media±e.e	Colombia de Guadalupe Media±e.e	Promedio de las dos comunidades	Nivel de significancia
Edad (años)	37.90±2.66	42.95±2.83	40.43±19.3	0.1974
Escolaridad( años)	5.42±0.58	2.67±0.61	4.04±1.80	0.0016
Edad para casarse (años)	18.05±0.57	17.52±0.57	17.79±3.5	0.518
Integrantes de la familia (número)	5.61±0.39	5.21±0.41	5.42±2.80	0.4864
Integrantes mujeres (número)	3.34±0.22	2.95±0.24	3.16±1.65	0.2465
Integrantes hombres (número)	2.41±0.20	2.78±0.23	2.58±1.45	0.2389
Hijos (número)	4.36±0.51	7.18±0.50	5.79±3.37	0.0002

e.e=error estándar.

temprana vida reproductiva. El número de integrantes por familia fue de  $5.4 \pm 2.8$  personas, con un rango de 1 a 17 por vivienda, lo que indica que existen hogares numerosos. Regularmente, los hogares numerosos son aquellos en donde los hijos mayores cuando contraen matrimonio se establecen en la casa de los padres de manera temporal o definitiva. Por otra parte, las familias están integradas por  $2.6 \pm 1.5$  hombres y  $3.2 \pm 1.7$  mujeres, siendo el género femenino el predominante en la estructura familiar, posiblemente por la alta migración de los hombres en edad de trabajar. Los datos anteriores son similares a los reportados por Ramírez y Román (2007), quienes encontraron que en el estado de Guanajuato, los integrantes de la familia son de entre cuatro y siete integrantes.

La escolaridad y el número de hijos son las dos variables que distinguen a las mujeres de las dos comunidades de estudio. Mientras que la escolaridad de las mujeres de Santa Cruz es de  $5.42 \pm 0.58$  años, la de Colombia de Guadalupe es de  $2.67 \pm 0.61$  años; encontrándose mujeres sin ningún año de escolaridad. Así mismo, mientras que las mujeres de la primera comunidad

tienen en promedio  $4.36 \pm 0.51$  hijos, las de Colombia de Guadalupe tienen un promedio de  $5.79 \pm 3.37$  hijos. El menor nivel de escolaridad y mayor número de hijos son variables indicativas del menor desarrollo de la sub-región Montaña Alta con relación al de la Montaña Baja. Esto es importante, porque Vargas y Flores (2002) mencionan que a medida que aumenta la escolaridad y el uso del español tiende a disminuir el sentimiento de discriminación.

#### Poseción de la tierra

El análisis de varianza no encontró diferencia significativa para la cantidad de tierra de riego, superficie total de tierra y terrenos de temporal. Las familias de las mujeres entrevistadas tienen en promedio (para las dos comunidades)  $1.7 \pm 1$  ha, de las cuales  $1.1 \pm 0.2$  son parcelas agríco-

las (Cuadro 2). La mayor parte de las parcelas son de temporal, aunque, sobre todo en Santa Cruz, se tiene también parcelas de riego. Aunque el régimen de propiedad es ejidal y comunal, las entrevistadas consideran que sus parcelas son de pequeña propiedad (83.1%), ejido (7.7%) o rentada o de uso comunal (9.2%).

#### Actividades domésticas y agrícolas

A las mujeres se les asignan una gran cantidad de actividades (Figura 4). Las actividades principales son domésticas y agropecuarias, lo que coincide con lo señalado por Shamah *et al.* (2008). Todos los días se levantan muy temprano para realizar actividades domésticas y participar en las actividades agropecuarias y en el cuidado de los hijos. Las mujeres tienen más actividades que los hombres, lo que ocasiona

**Cuadro 2.** Características de la producción agrícola en Colombia de Guadalupe y Santa Cruz, Guerrero, México.

Variable	Santa Cruz Media±e.e	Colombia de Guadalupe Media±e.e	Nivel de significancia
Tierra de riego	1.86±0.20	1.28±0.30	0.1264
Tierra total (ha)	2.07±0.23	1.55±0.15	0.0643
Tierra de temporal (ha)	1.27±0.34	1.61±0.16	0.3826
Rendimiento de maíz	1987.20±229.09	399.28±133.99	0.0001
Rendimiento de frijol	885.60±179.76	103.46±71.05	0.0003

e.e=error estándar.

su desgaste físico, sin que su trabajo sea valorado. La desigualdad social y alimentaria, así como la falta de higiene, educación y la poca disponibilidad de alimentos hace que la alimentación de las mujeres sea insuficiente y raquítica.

El 94.4% de las mujeres les gusta el trabajo que realizan, el 88.4% ve a estas actividades como una forma de colaborar para solventar los gastos familiares; sin embargo, el 11.6% de las mujeres consideran a sus actividades cotidianas no sólo como un acto de colaboración si no que como una obligación. Las mujeres tienen que trabajar aun en estado de embarazo (54.1%), reconociendo que lo hacen por necesidad (48.8%) o gusto (11%).

Las mujeres participan en las actividades agrícolas. Los principales cultivos son el maíz y el frijol. Para Colombia de Guadalupe es importante también la producción de café. Los rendimientos de maíz y frijol son estadísticamente diferentes para las dos comunidades. Los rendimientos de maíz y frijol en Santa Cruz fueron de  $1987.2 \pm 229.1$  kg/ha y  $885.6 \pm 179.8$  kg/ha, respectivamente; mientras que en Colombia de Guadalupe fueron de  $399.3 \pm 134$  kg/ha y  $103.5 \pm 71.1$  kg/ha, respectivamente. La mayor producción en la comunidad de Santa Cruz se explica por la disponibilidad de agua para riego, las tierras más fértiles y el uso de maquinaria para la labranza.

### La migración como medio de vida

En las comunidades de estudio la migración es parte de la estrategia de sobrevivencia de las familias. El 21.4% de las mujeres tiene algún familiar trabajando fuera de la comunidad en algún lugar del país y el 49% tiene familiares en los Estados Unidos. En los últimos años, la migración de mujeres ha incrementado, dejando entrever que hay un aumento considerable en los niveles de participación económica de las mujeres (Ramírez y Román, 2007). Las familias de las entrevistadas reciben en promedio remesas nacionales e internacionales de \$1,642.86 mensuales, y es mayor ( $p < 0.05$ ) en Santa Cruz (\$1700.00) que en Colombia de Guadalupe (\$1500.00). Las remesas son importantes para la subsistencia de las comunidades rurales (Aguirre et al., 1998; Ramírez y Román, 2007) y para reducir la pobreza rural (Canales, 2002). Al igual que en otras partes de México (Cuevas y Vázquez, 2009), en la región las remesas se usan para cubrir necesidades básicas (83.9%), como un ahorro (37.5%), para la inversión en

algún negocio (13.1%) y para emergencias (92.9%). También existen las remesas de tipo colectivo mencionadas por Pérez y Álvarez (2005), que son colectas y envíos para la construcción de infraestructura pública y la creación de proyectos sociales comunitarios.

### Papel del subsidio gubernamental

El principal subsidio de las mujeres de Colombia de Guadalupe y Santa Cruz es del programa Oportunidades, donde el (74.5%) de las mujeres tienen este apoyo. Pocas mujeres (9.18%) de Colombia de Guadalupe y de Santa Cruz reciben de manera mensual (7.4%) o bimestral (29.6%) la pensión Guerrero, con un monto mensual de  $\$841.12 \pm 692.83$ . Estos programas, como lo mencionan Escalante et al. (1998), tienen la finalidad de promover la seguridad alimentaria del hogar y al mismo tiempo trata de suministrar especial protección a los niños en edades vulnerables.

### Percepción del bienestar y de la calidad de vida

Las mujeres entrevistadas tienen una concepción particular de que es el bienestar. Consideran que una persona vive bien cuando no tiene vicios y tiene buen prestigio dentro de la comunidad (43.9%), se le respeta en casa y en la comunidad (20.5%), es valorada por ser buena, se le aprecia y respeta (10.2%) y, en menor proporción, que tiene dinero, medios de producción y preparación (11.4%). El 27.6% de las mujeres consideran que una persona vive mal por no tener lo esencial para vivir, es decir, no cuenta con re-



**Figura 4.** Actividades agrícolas y domésticas en la Montaña de Guerrero, México.

cursos económicos ni materiales para poder trabajar y tener un buen nivel de vida. En esta visión se integra el concepto de calidad de vida mencionado por Palomino y López (1999), referido como la satisfacción de necesidades materiales y subjetivas del ser humano.

Las entrevistadas consideran que la calidad de vida de las mujeres es afectada por la irresponsabilidad de algún integrante de la familia (40.8%), que es alcohólico, no le gusta trabajar y no lo sabe administrar el poco dinero que ganan. También por la falta de respeto dentro de la comunidad y en la familia (23.5%), y la falta de educación básica, discapacidad y la nula atención a personas con problemas económicos y emocionales (8.2%). Resultados similares fueron encontrados por Vargas y Flores (2002) para indígenas en ciudades de México, quienes percibieron como acciones reprobables el ser rechazados por miembros de su propia familia, sufrir injusticia y abuso de la autoridad, no tener educación y estar en alto grado de pobreza.

El 89.8% de las mujeres se consideran pobres, porque viven en condiciones de precariedad y limitaciones para cubrir sus necesidades básicas. Las mujeres de Colombia de Guadalupe consideran que tienen un nivel de vida menor, en comparación al percibido por las de Santa Cruz (Cuadro 3). En ambas comunidades se percibe un cambio positivo en el nivel de vida durante los últimos 20 años, pero la expectativa de mejoramiento de la calidad de vida es mayor en la comunidad de Santa Cruz.

### CONCLUSIONES

Los datos demográficos edad de las mujeres, edad de compromiso, número de integrantes de la familia y número de mujeres y hombres por familia, así como las variables de superficie de riego, el total de tierra disponible para el cultivo y el régimen de humedad no permiten diferenciar el nivel de marginación y pobreza de las mujeres de las comunidades de Santa

Cruz y Colombia de Guadalupe, al mantener patrones de conducta similares para los dos grupos de mujeres en estudio. En tanto que las variables escolaridad, número de hijos, rendimiento del cultivo de maíz y rendimiento del cultivo de frijol indican condiciones sociodemográficas y productivas diferentes para las mujeres de las dos comunidades. Lo anterior se asocia a factores ambientales y socioeconómicos.

La mayor parte de las mujeres consideran que sus familias se encuentran en condiciones de pobreza. El grupo de mujeres de Santa Cruz están en mejores condiciones de vida comparadas con el grupo de mujeres de Colombia de Guadalupe, lo que se puede atribuir a que en Santa Cruz se tiene mayor acceso a una diversidad, cantidad y frecuencia en el consumo de alimentos, debido a que se ubica en una región con condiciones mejores para la producción y adquisición de alimentos.

### LITERATURA CITADA

Aguirre A.J., Escobar P.M., Chávez V.A. 1998. Evaluación de los patrones alimentarios y nutrición en cuatro comunidades rurales. *Salud Pública de México* 005: 398-407.

Boltvinik J. 2003. Conceptos y medición de la pobreza. La necesidad de ampliar la mirada. *Papeles de Población*, octubre/diciembre, número 038 Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. pp. 9-25

Canales A.I. 2002. Migración y trabajo en la era de la globalización: El caso de la migración México-Estados Unidos en la década de 1990. *Papeles de Población* 33: 48-81.

Cuevas O.A., Vázquez S.V. 2009. Migración internacional, remesas y cambios en la estructura territorial de la economía en el municipio de Cerritos, San Luis Potosí, México. *Revista de Geografía Norte Grande* 42: 5-20.

Escalante I.E., Bonvecchio A., Théodore F., Nava F., Villanueva M.A., Rivera D.J.A. 1998. Facilitadores y barreras para el consumo del complemento alimenticio del Programa Oportunidades. *Salud Pública de México* 4: 316-324.

Morales-Hernández R. 2015. Análisis regional de la marginación en el estado de Guerrero, México. *Papeles de Población* 84: 251-274.

ONU. 2004. Concepto de la pobreza. Citado por UNDP. Disponible en [www.undp.org/spanish](http://www.undp.org/spanish).

**Cuadro 3.** Diferencia en la percepción del nivel de vida de las mujeres de Colombia de Guadalupe y Santa Cruz, Guerrero.

Variable	Santa Cruz Media±e.e	Colombia de Guadalupe Media±e.e	Nivel de significancia
Nivel de percepción de la vida actual	5.28±0.27	4.23±0.29	0.0113
Nivel de percepción de vida hace cinco años	3.94±0.29	3.06±0.31	0.0437
Nivel de percepción de vida hace veinte años	3.86±0.37	2.35±0.39	0.0075
Nivel de percepción de vida en los próximos cinco años	7.03±0.25	5.88±0.28	0.0033

e.e=error estándar.

- Palomino B., López P.G. 1999. Nota crítica: Reflexiones sobre la calidad de vida y el desarrollo. *Región y Sociedad* 17: 171-185.
- Pérez A.P., Álvarez C.P.L. 2005. Intermediación financiera y remesas en México. *Migraciones Internacionales* 001: 111-140.
- Ramírez G.T., Román R.P. 2007. Remesas femeninas y hogares en el estado de Guanajuato. *Papeles de Población* 054: 191-224.
- Shamah L. T., Cuevas N.L., Mundo R. V., Morales R.C., Cervantes T.L., Villalpando H.S. 2008. Estado de salud y nutrición de los adultos mayores en México: Resultados de una encuesta probabilística Nacional. *Salud Pública de México* 005: 383-389.
- Vargas B.P.N., Flores D.J.I. 2002. Los indígenas en ciudades de México: El caso de los Mazahuas, Otomíes, Triquis, Zapotecos y Mayas. *Papeles de Población* 34: 235-257.
- Welti C.C. 2000. Análisis demográfico de la fecundidad adolescente en México. *Papeles de Población* 26: 43-87.





# EXTRACTOS DE FRUTOS DE *Cucurbita foetidissima* (Kunth) INHIBEN EL CRECIMIENTO DE FITOPATÓGENOS DE INTERÉS AGRÍCOLA

## EXTRACTS OF *Cucurbita foetidissima* (Kunth) FRUITS INHIBIT THE GROWTH OF PHYTOPATHOGENS OF AGRICULTURAL INTEREST

Rangel-Guerrero, J.M.<sup>1</sup>; Flores-Benítez, S.<sup>2</sup>; Cadena-Iñiguez, J.<sup>1</sup>; Morales-Flores, F.J.<sup>1</sup>; Trejo-Téllez, B.I.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí. Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico El Llano. Laboratorio de Biotecnología Aplicada. Carretera Aguascalientes-San Luis Potosí km 18, El Llano, Aguascalientes, México.

\*Autor para correspondencia: brendat@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the *in vitro* effect of *Cucurbita foetidissima* fruits extracts on the five-day inhibition of mycelial growth of *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Fusarium* and *Botrytis*.

**Design/methodology/approximation:** We carried out a cladistic analysis using non-parametric statistics with WinClada program (ver. 1.00.08) to identify evolutive characters of *Cucurbita foetidissima*. A discontinuous extraction of *Cucurbita foetidissima* fruits was realized using methanol during 48 hours at room temperature. Solvent was changed to concentrate and recover extracts. The *in vitro* evaluation of antifungal activity was measured by phytopathogenic fungi growth in a potato-dextrose-agar medium (pH 5.7). We conclude the usefulness of the extracts when statistical differences were shown at 120 hours of incubation.

**Results:** All the *Cucurbita* extracts inhibited the growth of the fungi colonies ( $p < 0.0001$ ), with differential effect depending on the origin of the fruit. Rincón de Romos, Aguascalientes and Villa de Ramos, SLP inhibited 100% of *Rhizoctonia* growth. Site Salinas, SLP allowed 13.6% growth of *Botrytis*, and inhibited the total growth of *Rhizoctonia*. Extract from site Loreto, Zacatecas inhibited *Botrytis*, and *Rhizoctonia* (100 %). *Fusarium* spp and *Phytophthora* spp. recorded an average growth of 46.7% and 42.4%, respectively, with all extracts. We attributed the fungi-inhibition effect due to tetracyclic triterpenes on the fruits.

**Limitations of the study/implications:** It is necessary to obtain a phytochemical profile of *Cucurbita* compounds to identify specific effects according to the phytopathogens.

**Findings/conclusions:** Formulating a fungicide using plant-extracts of local genetic resources can alleviate the dependence from chemicals in order to control fungi diseases on crops.

**Keywords:** buffalo gourd; genetic resource; revaluation; secondary metabolites.

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el efecto *in vitro* de frutos de *Cucurbita foetidissima* de áreas semiáridas, como porcentaje de inhibición de crecimiento micelial a cinco días sobre *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Fusarium* y *Botrytis*.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se realizó un análisis cladístico, mediante la estadística no paramétrica empleando el programa WinClada ver. 1.00.08 para identificar caracteres evolutivos. Se utilizó una extracción discontinua de frutos *Cucurbita foetidissima*. Durante 48 horas se sumergieron en metanol a temperatura ambiente, se hizo cambio de solvente para concentrar y recuperar el extracto. Se evaluó *in vitro* la actividad antifúngica mediante el crecimiento de hongos fitopatógenos cultivados en medio papa-dextrosa-agar a pH 5.7. Para concluir la utilidad de los extractos se buscaron diferencias estadísticas en el crecimiento de los fitopatógenos a las 120 horas de incubación.

**Resultados:** Todos los extractos inhibieron el crecimiento de las colonias ( $p < 0.0001$ ), con efecto diferencial en función de la procedencia del fruto. Frutos de Rincón de Romos, Ags. y de Villa de Ramos, SLP inhibieron 100 % de *Rhizoctonia*; de Salinas, SLP permitieron 13.6 % de crecimiento de *Botrytis*, e inhibieron el crecimiento total de *Rhizoctonia*. El extracto de Loreto, Zacatecas inhibió a *Botrytis*, y *Rhizoctonia* (100 %). *Fusarium* spp., y *Phytophthora* spp., registraron crecimiento promedio de 46.7% y 42.4% respectivamente con los extractos y procedencias, atribuyéndose la inhibición del crecimiento micelial provocada por triterpenos tetracíclicos presentes en los frutos.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Es necesario realizar un perfil fitoquímico de extractos vegetales para identificar, con mayor precisión, los compuestos con efectos específicos para cada hongo fitopatógeno.

**Hallazgos/conclusiones:** Formular un fungicida utilizando extractos vegetales de recursos genéticos que crecen en localidades rurales puede apoyar al combate de plagas existentes.

**Palabras clave:** Calabacilla loca; recurso genético; revalorización; metabolitos.

e industriales (Lira *et al.*, 2009). A pesar de su potencial importancia, en México existen pocos trabajos relacionados a esta especie (Ruiz-Carrera *et al.*, 2004).

## Origen, distribución y taxonomía

La especie *Cucurbita foetidissima* es originaria de praderas y desiertos en el suroeste de los Estados Unidos y el norte de México (Drollinger y Rodríguez, 2002; Bemis *et al.*, 1978; Bailey, 1943). En México, se distribuye en Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Veracruz y Zacatecas. En los Estados Unidos de América se encuentra distribuida en Nebraska, Missouri, Kansas, Colorado, Utah, Nevada, Texas, Nuevo México y California (Hanan y Mondragón, 2009; Bemis *et al.*, 1978).

Existe poco conocimiento sobre la clasificación taxonómica de *Cucurbita foetidissima*. En 1820 fue nombrada equivocadamente como *Cucumis perennis*, y también se le dio el nombre de *Pepo foetidissima* por Britt en 1872. Sin embargo, Gray en 1852, transfirió el nombre *Cucumis perennis* a *Cucurbita perennis* cuyo nombre permaneció hasta 1881, ya que Cogniaux re-descubrió el nombre de *Cucurbita foetidissima* propuesto por Humboldt, Bonpland y Kunt. Esta especie es comúnmente conocida como calabacilla loca, calabacilla hedionda, calabacilla de búfalo (Drollinger y Rodríguez, 2002), y está relacionada lejanamente con solo cuatro especies restringidas a *Cucurbita cylindrata* Bailey, *Cucurbita cordata* Wats., *Cucurbita palmata* Wats. y *Cucurbita digitata* Gray (Bemis *et al.*, 1978).

## INTRODUCCIÓN

La familia Cucurbitaceae incluye plantas vasculares con especies domesticadas, semidomesticadas y silvestres. Una de los géneros con mayor diversidad biológica es *Cucurbita* (Cerón *et al.*, 2010), que incluye especies cultivadas. Sin embargo, existen otras especies silvestres que registran algunos usos nuevos producto de la caracterización morfo-bioquímica, como el caso de *Cucurbita foetidissima* (Kunth), la cual es una especie distribuida en áreas ruderales, de naturaleza tuberosa y se considera una verdadera planta xerófila que se distribuye desde el suroeste de Estados Unidos y al noroeste de México, conocida coloquialmente como calabacilla loca. Su importancia económica radica en sus altos contenidos de aceite y proteínas en las semillas, y los almidones en la raíz, los cuales la convierten en una opción viable con fines alimenticios

Posteriormente *Cucurbita foetidissima* (Kunth) se colocó en el grupo de las foetidissimas junto con tres especies perennes: *Cucurbita pedatifolia*, *Cucurbita scabridifolia* y *Cucurbita radicans* (Lira-Saade et al., 2009) (Figura 1); y según Drollinger y Rodríguez (2002) y Hanan y Mondragon (2009), ésta especie está comprendida dentro de la clase: Magnoliopsida; orden: Violales; familia: Cucurbitaceae; género: *Cucurbita* y especie: *foetidissima*.

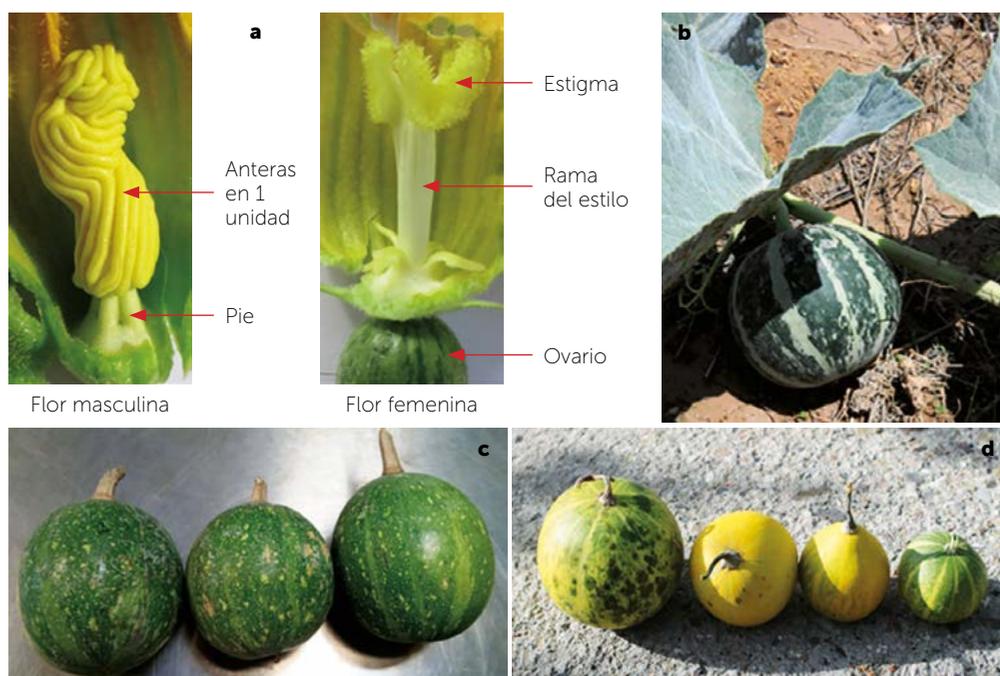
### Usos potenciales

En las plantas existe amplia diversidad de compuestos orgánicos conocidos como productos naturales o metabolitos secundarios generados por el metabolismo no esencial para el crecimiento normal, desarrollo o reproducción de un organismo (Sepúlveda et al., 2003). Estos compuestos sirven para cumplir los requisitos secundarios de los organismos, que les permite sobrevivir entre la competencia de especies, y proporcionar mecanismos defensivos para facilitar los procesos reproductivos. En la actualidad, el uso de metabolitos secundarios ha demostrado ser una fuente valiosa para el control de plagas (incluye enfermedades) contribuyendo a disminuir el impacto ambiental, a la salud del jornalero agrícola, y a la del consumidor, además de promover el cambio de la agricultura convencional a una agricultura de corte ecológico o sostenible. El uso de especies con alto contenido de metabolitos secundarios, como *Cucurbita foetidissima*, resultan ser una fuente alternativa para la obtención de extractos vegetales para su aplicación como agentes controladores de hongos de interés agrícola (Rodríguez et al., 2000). Lo anterior es importante considerando que los daños en productos agrícolas postcosecha, registran un mínimo de pérdida del 25%, y que muchas de las infestaciones se originan en las huertas de producción. Se ha registrado que especies de cucurbitáceas contienen una diversidad y contenido de metabolitos secundarios como *Sechium edule* (Jacq.) Sw., en el cual se han identificado peroxidasas, esteroides, alcaloides, saponinas, fenoles, polifenoles, flavo-

noides y cucurbitacinas (Cadena-Lñíguez, 2005), y que actúan a partir de extractos crudos, como como sustancias bioactivas en una amplia gama de posibilidades de la economía, desde hipoglucemiantes, antiproliferativos, antidepresivos, hasta inhibidores del crecimiento micelial (Aguñiga-Sanchez et al., 2013, 2015, 2017; Salazar-Aguilar et al., 2017). Se han registrado compuestos presentes en frutos de *Cucurbita foetidissima*, y a partir de extractos alcohólico de la raíz existe un efecto espasmolítico en el intestino, constricción de los vasos coronarios del corazón y efectos irritantes en ratones. Con base en lo anterior, se determinó el efecto inhibitorio de extractos de frutos de *Cucurbita foetidissima* sobre el crecimiento de *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora capsici* y *Botrytis* sp., en condiciones *in vitro*, considerando que, la inhibición lograda en éstos fitopatógenos puede contribuir a reducir las pérdidas económicas de hortalizas de México, y atenuar los impactos negativos al ambiente.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para tener una muestra representativa de frutos de *Cucurbita foetidissima* se identificaron seis sitios en cuatro estados del centro de México: Rincón de Romos, Aguascalientes (sitio 19), Loreto, Zacatecas (sitio 8), Ojuelos, Jalisco (sitio 2) y Salinas (sitio 23), Villa de Ramos (sitio 25) y Santo Domingo (sitio 29) en San Luis Potosí. Los frutos de cada sitio considerados taxonómicamente como ecotipos (accesión o colecta) se cosecharon en



**Figura 1.** Flores y frutos de *Cucurbita foetidissima* (Kunth). a: flor masculina y femenina. b: Fruto en crecimiento en condición ruderal. c: fruto en madurez hortícola y d: fruto en madurez fisiológica.

madurez hortícola, se picaron, secaron a 45 °C, y posteriormente fueron molidos para realizar una extracción discontinua para cada accesión.

Se sumergió 1.5 kg del macerado en metanol por 48 horas a temperatura ambiente (20±2 °C), después de este tiempo se hizo cambio de solvente (se filtró con papel Whatman No.1 y evaporó en un rotaevaporador a 45 °C para concentrar y recuperar el extracto (IKA® RV10, control automático/BUCHI R-114 Equipan S.A. de C.V., Suiza). Éste procedimiento se repitió 25 veces hasta que el solvente no mostró color. A este extracto se le denominó extracto crudo (Che *et al.*, 1985; Afifi *et al.*, 1999; Cadenal-Iñiguez, 2005). Los extractos crudos obtenidos se mantuvieron en frascos ámbar a temperatura ambiente para evitar degradación por luz visible (Monroy-Vázquez *et al.*, 2009).

La evaluación *in vitro* de la actividad antifúngica se midió mediante el crecimiento de hongos fitopatógenos cultivados en medio papa-dextrosa-agar a pH 5.7, con alternancia de luz y oscuridad a una temperatura de 27 °C durante cinco días (Rodríguez *et al.*, 2000) suplementados con extracto vegetal. Los hongos evaluados fueron: *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora capsici* y *Botrytis sp.*, que ocasionan pérdidas económicas superiores al 17%. Para concluir la utilidad de los seis extractos se buscó identificar diferencias estadísticas en el crecimiento de los fitopatógenos en el medio de cultivo empleado a las 120 horas de incubación (tiempo de establecimiento de la colonia). Los extractos vegetales fueron diluidos con agua esteril bidestilada a 12.5%, 33%, y 50% para su aplicación a los hongos en cajas Petri. La premisa a probar fue que el extracto de *Cucurbita foetidissima* inhibe o reduce el crecimiento micelial de los hongos fitopatógenos.

Se realizó un análisis cladístico, debido a que incorpora racionalismo crítico popperiano a través de la refutación de hipótesis filogenéticas, examinadas bajo un principio de parsimonia (De Luna *et al.*, 2005; De Luna, 1995); y mediante la estadística no paramétrica y empleando el programa WinClada ver.1.00.08 por K. Nixon (licencia libre), tratando los genotipos como una población, a través de simulación aleatoria (Reyes y Ramírez-Valverde, 1999), realizando una eliminación azarosa de variables hasta generar un cladograma parsimonioso (Felsenstein, 1985), para definir la estabilidad de los clados e identificar el estado del carácter sobresaliente. El análisis se repitió 100 veces creando un porcentaje que fue empleado

como índice de soporte o confianza en los cladogramas (Lanyon, 1985).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los extractos vegetales de frutos de *Cucurbita foetidissima* inhibieron el crecimiento de las colonias de los hongos fitopatógenos evaluados ( $p < 0.0001$ ). Asimismo, se observó que los seis extractos evaluados tuvieron efecto inhibitorio en el crecimiento de los cuatro hongos ( $p < 0.0001$ ); sin embargo, este efecto dependió de la accesión utilizada ( $p < 0.0001$ ).

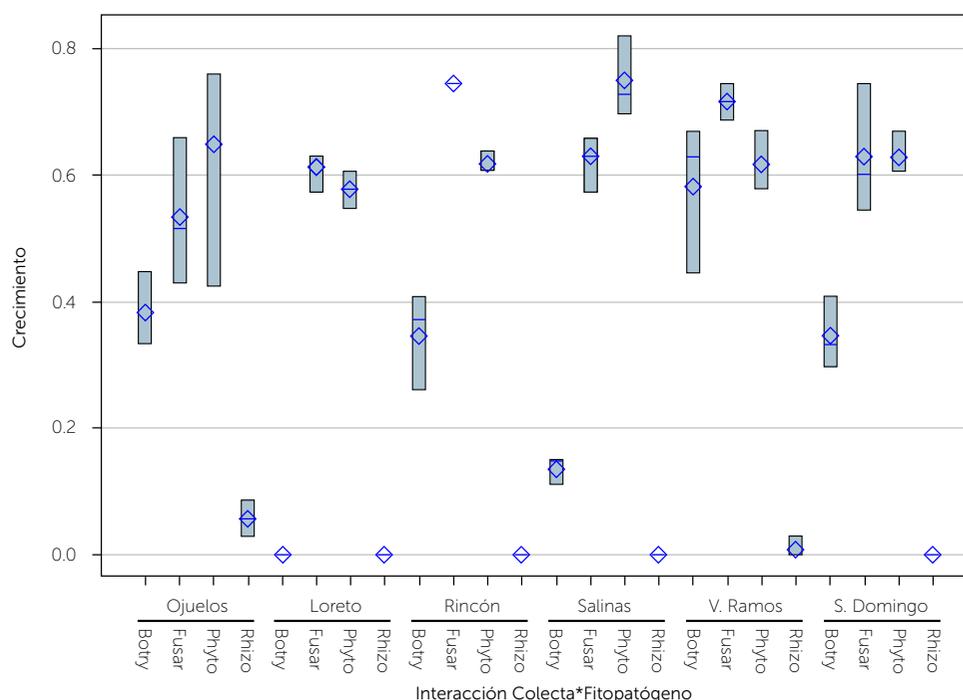
La interacción hongo-accesión mostró que el crecimiento de *Rhizoctonia sp.* fue inhibido por el extracto de las seis accesiones, registrando inhibición de 94.3% del crecimiento del hongo. Resultados similares han mostrado una inhibición superior al 95 % sobre *Rhizoctonia* utilizando extractos de ajo (*Allium sativus* L.) (Sarubbi y Aquino, 2014; López *et al.*, 2005).

Los sitios más sobresalientes fueron Rincón de Romos, Aguascalientes (sitio 19) y Villa de Ramos, San Luis Potosí (sitio 25) al inhibir la totalidad del crecimiento de *Rhizoctonia sp.*, mientras que Salinas, San Luis Potosí (sitio 23) permitió hasta 13.57 % de crecimiento micelial de *Botrytis sp.* y no permite el crecimiento de *Rhizoctonia sp.* La accesión Loreto, Zacatecas (sitio 8) inhibió el crecimiento de *Botrytis sp.*, y de *Rhizoctonia sp.* en un 100 % (Figura 2).

Autores como Asadollahi *et al.*, (2013) describen que *Botrytis sp.* es un patógeno con resistencia a fungicidas sintéticos, y para controlarlo es necesario utilizar múltiples productos. Por ello resaltan los valores de inhibición registrados por la accesión de Salinas (sitio 23) y Loreto (sitio 8) en su control, sugiriendo realizar evaluaciones en campo para dar trazabilidad a sus efectos de control en fases de postcosecha y vida de anaquel de los extractos.

Los extractos vegetales aplicados al 33.3 %, fueron equivalente al nivel letal, pues inhibió el crecimiento micelial en más del 85 % de la colonia de hongos. La dilución de extractos al 12.5 % se consideró como equivalente al nivel poco o medio letal pues inhibió el crecimiento micelial entre el 50 % y el 85 %. La dilución al 50 % mostró una inhibición menor a 50 % considerándose como no letal (Cuadro 1).

Registros de inhibición mediante extractos vegetales han demostrado dificultad para controlar *Fusarium sp.*,



**Figura 2.** Interacción entre la accesión de *Cucurbita foetidissima* (Kunth) y el crecimiento micelial de hongos fitopatógenos en condiciones *in vitro*.

(Alkhail, 2005), mientras que para *Phytophthora* sp., Díaz-Díaz et al. (2013), menciona que *Allium sativus* L. controló menos del 80 % del crecimiento micelial.

Datos no mostrados, obtenidos por cromatografía de placa fina, indicaron que los extractos de *Cucurbita foetidissima* contienen triterpenos tetracíclicos, específicamente cucurbitacinas, metabolitos amargos, altamente tóxicos, además de flavonoides. Aun cuando las accesiones pertenecen a la misma especie y las diferencias morfológicas, tales como el color de la epidermis del fruto, responden a la plasticidad de adaptación a diferentes ambientes, existió una variación entre el efecto inhibitorio y su procedencia (Cuadro 1).

Lo anterior tiene influencia en el tipo y concentración de metabolitos secundarios, lo cual puede ser la causa de las diferencias de inhibición entre los extractos y especie de hongo. Así se ha observado variabilidad en el nivel de metabolitos secundarios entre diferentes especies de un mismo género, e igualmente significativas pueden ser las diferencias entre cultivares de una misma especie (Tomás y Espín, 2001). Numerosos estudios han analizado la amplia variabilidad entre los distintos cultivares en términos de su composición química incluyendo fenoles totales y contenido de ácido gálico. La variación en las condiciones agronómicas (especie, cultivar, estado de desarrollo,

órgano de la planta, competencia, fertilización, entre otras), la estación del año, las variables climáticas, la disponibilidad de agua, así como de luz (intensidad, calidad y duración) tienen efectos significativos sobre el contenido y perfil de fitoquímicos en un cultivo (Gong et al., 2012; Björkman et al., 2011).

Se considera que el cambio climático ha producido alteraciones y

**Cuadro 1.** Nivel de inhibición de extractos de accesiones de *Cucurbita foetidissima* en hongos fitopatógenos.

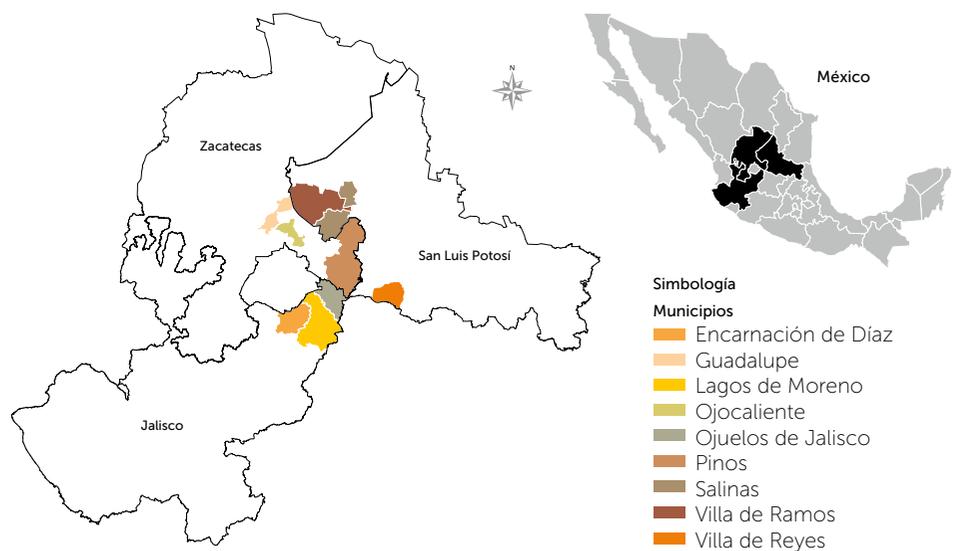
Accesión	<i>Botrytis</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Phytophthora</i> sp.	<i>Rhizoctonia</i> sp.
Ojuelos, Jal.	Poco letal 61.7	No letal 46.7	No letal 35.4	Letal* 94.3
Loreto, Zac.	Letal* 100.0	No letal 39.0	No letal 42.4	Letal* 100.0
Rincón de Romos, Ags.	Poco letal 65.4	No letal 25.7	No letal 38.4	Letal* 100.0
Salinas, SLP	Letal* 86.4	No letal 37.1	No letal 25.3	Letal* 100.0
Villa de Ramos, SLP	No letal 42.0	No letal 28.6	No letal 38.4	Letal* 99.0
Santo Domingo, SLP	Poco letal 65.4	No letal 37.1	No letal 37.4	Letal* 100.0

\* indica accesión que controló más del 85% de los hongos fitopatógenos y se considera letal. (Ags. Aguascalientes; Jal. Jalisco; SLP, San Luis Potosí; Zac. Zacatecas).

aumento en la radiación ultravioleta y con ello, una menor precipitación (Giorgi *et al.*, 2010), lo que se traduce en mayor estrés para las plantas, causando daño celular, reflejado en un aumento en el contenido de especies reactivas de oxígeno en los diferentes tejidos (Gill y Tuteja, 2010). En respuesta se producen cambios fisiológicos como la reducción del área foliar o el engrosamiento de las hojas, así como alteraciones en el contenido de compuestos fenólicos.

Factores que inducen estrés biótico y abiótico pueden cambiar el metabolismo de los metabolitos secundarios en diferentes situaciones ambientales (Dixon y Paiva, 1995). Se ha observado que la disminución en el contenido fenólico en las hojas de arándano, inducida por fertilización nitrogenada, se revirtió por una infección fúngica aumentando los fenoles (Witzell y Shevtsova, 2004). Así mismo, en frutillas (*Rubus* sp.) se halló una interacción significativa entre la variedad de las frutas y la fecha de siembra. La cosecha de la última fecha de siembra tuvo mayor contenido de fenoles totales (Anttonen *et al.*, 2006). La madurez del producto al momento de cosecha muestra el nivel de antioxidantes fenólicos (Gong *et al.*, 2012). Algunos estudios en frutos de arándano en estado inmaduro tienen un potencial antioxidante similar a los frutos maduros (Kalt *et al.*, 2005), mientras que, en frambuesas y frutillas, se presentó una mayor capacidad antioxidante en frutos en estadios más tempranos de desarrollo (Wang y Lin, 2000).

Lo anterior es relevante si se considera que las accesiones de *Cucurbita foetidissima* evaluadas,



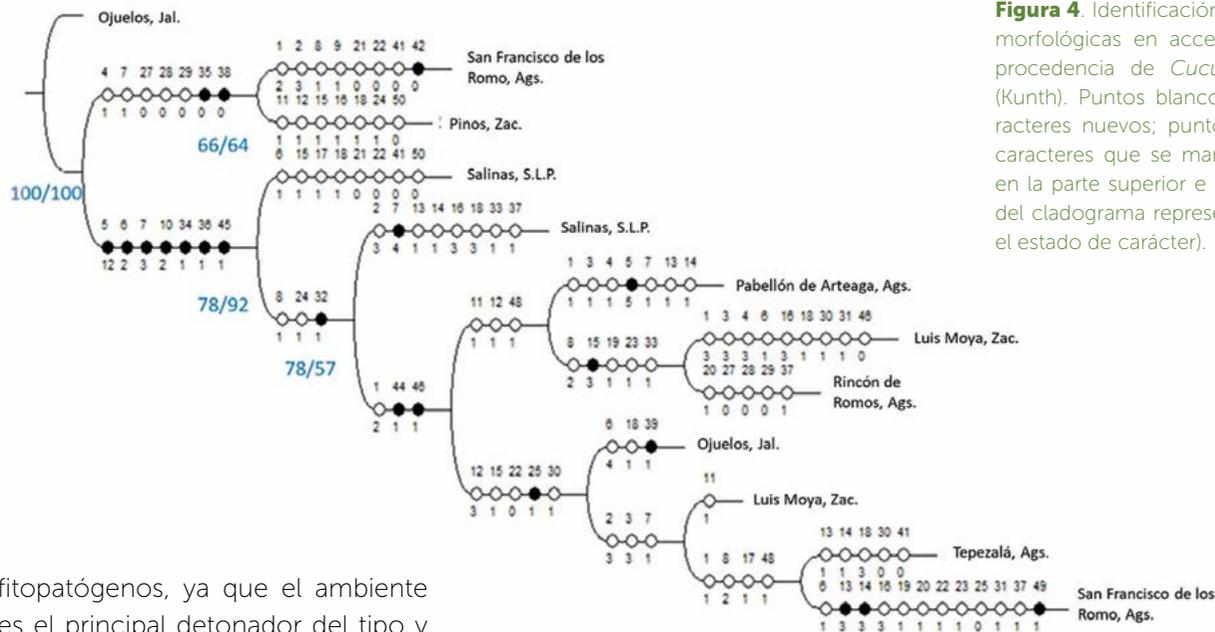
**Figura 3.** Ubicación geográfica de los sitios de recolecta de las accesiones de *Cucurbita foetidissima* (Kunth) evaluadas en México.

en correlación con las condiciones ambientales anuales (al menos cinco años), pueden indicar la seguridad y reproducibilidad para obtener tipos y contenidos de metabolitos secundarios (Figura 3). Especies de calabazas del género *Lagenaria siceraria* registran demasiada cucurbitacina (triterpenoides), cuando están maduras, y si se ingiere se incrementa la permeabilidad capilar causando fuga capilar severa y un síndrome que lleva a la hipotensión. Su ingestión puede provocar efectos gastrointestinales graves dentro de los 60 minutos inmediatos, incluyendo diarreas, vómitos, hemorragias gastrointestinales e hipotensión. (Ho, 2014).

Un análisis cladístico de las accesiones con base en variables morfológicas permitió un acercamiento a la evolución de los fenotipos en sus diferentes ambientes. Toda vez que los sitios de recolecta son los mismos cada año por tratarse de áreas ruderales sin aprovechamiento particular (Figura 4). Las accesiones recolectadas en Ojuelos, Jalisco (sitio 2) marcaron el origen o taxón raíz del cladograma, equivalente a

ser el tipo más primitivo o silvestre, derivándose la filogenia de los demás ecotipos por aparición de caracteres nuevos, posiblemente por presión del ambiente adverso. La evolución describe la divergencia en brazos atribuidos a historias de vida. Por ejemplo, los sitios San Francisco de los Romo, Aguascalientes y Pinos, Zacatecas con una evolución independiente (posible futura diferenciación), otro más a partir del ecotipo Santo Domingo (sitio 29), y muchos brazos que indican nuevos rasgos (plasticidad morfo y bioquímica), mostrada por las plantas de los sitios Salinas (23), Pabellón de Arteaga, Aguascalientes (sitio 5), Loreto, Zacatecas (sitio 8), y Rincón de Romos, Aguascalientes (sitio 19). Las accesiones de Ojuelos, Jalisco (sitio 3), Luis Moya, Zacatecas (sitio 21), Tepezalá, Aguascalientes (sitio 11), y San Francisco de los Romo, Aguascalientes (sitio 15) se consideran accesiones más evolucionadas respecto al taxón raíz.

Lo anterior es relevante ya que ayuda a discernir las fuentes de metabolitos que tienen mayor actividad bioactiva sobre los hongos



**Figura 4.** Identificación de características morfológicas en accesiones y sitios de procedencia de *Cucurbita foetidissima* (Kunth). Puntos blancos representan caracteres nuevos; puntos los negros son caracteres que se mantienen. (Números en la parte superior e inferior de la rama del cladograma representan el carácter y el estado de carácter).

fitopatógenos, ya que el ambiente es el principal detonador del tipo y contenido de metabolitos secundarios. No es conveniente aislar los resultados de una evaluación biológica únicamente por sus efectos inmediatos (*in vitro*), sino, contribuir a la búsqueda de la causalidad mediante distintas herramientas de análisis y discernimiento (Figura 5).

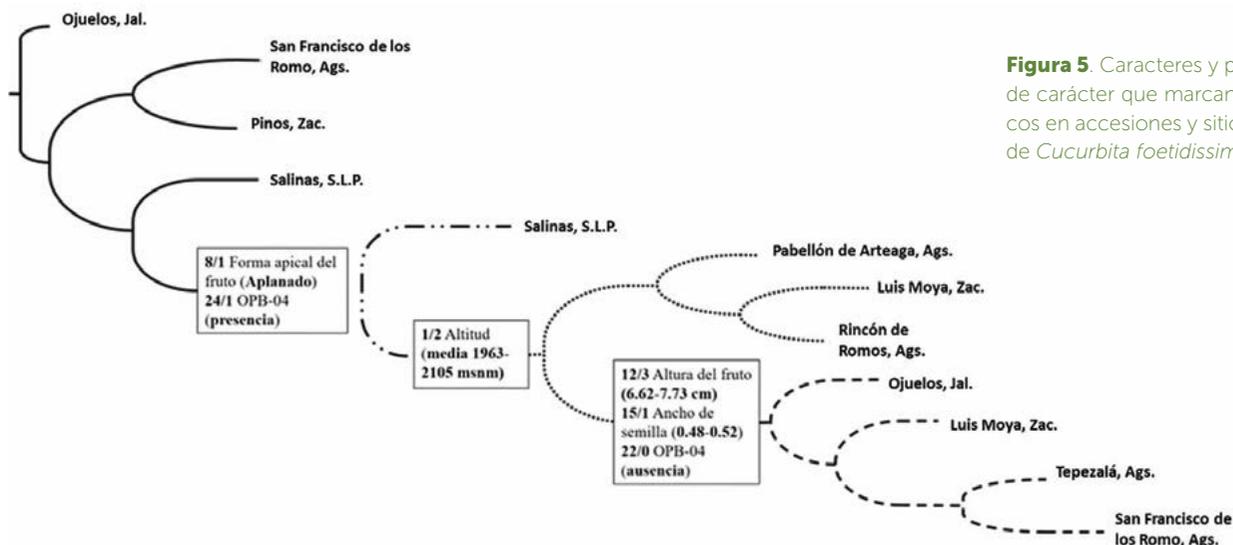
### CONCLUSIONES

Todos los extractos inhibieron el crecimiento de las colonias ( $p < 0.0001$ ) con efecto diferencial por la procedencia del fruto. Las accesiones provenientes de Rincón de Romos, Aguascalientes y Villa

de Ramos, San Luis Potosí inhibieron la totalidad del crecimiento de *Rhizoctonia* sp. (100 %). La accesión de Salinas, San Luis Potosí permitió muy poco crecimiento de *Botrytis* sp. (13.57 %) e inhibió el crecimiento total de *Rhizoctonia* sp. (100 %). El extracto de Loreto, Zacatecas inhibió la totalidad del crecimiento de *Botrytis* y *Rhizoctonia* (100 %). *Fusarium* sp. y *Phytophthora* sp. registraron un crecimiento promedio (46.7 % y 42.4 % respectivamente) atribuyéndose la inhibición del crecimiento micelar a triterpenos tetracíclicos. Los diferentes análisis

muestran que la procedencia de los extractos de *Cucurbita foetidissima* (Kunth) es relevante en la cantidad y tipo de metabolito.

El efecto inhibitorio del crecimiento micelial de los hongos fitopatógenos evaluados, demuestra que los extractos vegetales de *C. foetidissima*, pueden ser utilizados como fungicidas. Sin embargo, es necesario identificar el perfil fitoquímico de extractos vegetales con mayor precisión para identificar compuestos que tengan efectos específicos según cada fitopatógeno.



**Figura 5.** Caracteres y principales estados de carácter que marcan saltos genealógicos en accesiones y sitios de procedencia de *Cucurbita foetidissima* (Kunth).

La formulación de un fungicida utilizando extractos vegetales de recursos genéticos que crecen en las localidades rurales, puede apoyar al combate de plagas generando ahorros económicos y de tiempo para el control de hongos en cultivos en el centro de México.

## AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, por el financiamiento del proyecto y al Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes (Instituto Tecnológico Nacional) por las instalaciones del Laboratorio de Biotecnología Aplicada.

## LITERATURA CITADA

- Afifi MS, Ross SA, ElSohly MA, Naeem ZE, Halaweish FT. 1999. Cucurbitacins of *Cucumis prophetarum* and *Cucumis prophetarum*. *Journal of Chemical Ecology*. 25:847-859. DOI: 10.1023/A:1020801002471.
- Aguiñiga-Sánchez I, Soto M, Cadena J, Ruiz L, Cadena J, González A, Weiss B, Santiago E. 2015. Fruit extract from a *Sechium edule* hybrid induce apoptosis in leukaemic cell lines but not in normal cells. *Nutrition and Cancer*. 67:250-257. DOI: 10.1080/01635581.2015.989370.
- Aguiñiga-Sánchez I. 2013. Potencial antileucémico in vitro de extractos de cuatro genotipos de *Sechium* spp. (Cucurbitaceae). Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados, México.
- Aguiñiga-Sánchez I. 2017. Efecto antitumoral *in vivo* de *Sechium* P. Browne (Cucurbitaceae). Tesis Doctorado. Colegio de Postgraduados, México
- Alkhalil A. 2005. Antifungal activity of some extracts against some plant pathogenic fungi. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 8:413-417. DOI: 10.3923/pjbs.2005.413.417.
- Anttonen MJ, Hoppula KI, Nestby R, Verheul MJ, Karjalainen RO. 2006. Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria xananassa* Duch.) fruits. *Journal of agricultural and food chemistry*. 54:2614-2620. DOI: 10.1021/jf052947w.
- Asadollahi M, Fekete E, Karaffa L, Flipphi M, Árnayasi M, Esmaeili M, Zontan K, Sándor E. 2013. Comparison of *Botrytis cinerea* populations isolated from two open-field cultivated host plants. *Microbiological Research*. 168:379-388. DOI: 10.1016/j.micres.2012.12.008
- Bailey LH. 1943. Species of *Cucurbita*. *Gent Herb*. 6: 265-322.
- Bemis WP, Curtis LD, Weber CW, Berry J. 1978. The feral buffalo gourd, *Cucurbita foetidissima*. *Economic Botany*. 32:87-95.
- Björkman M, Kligen I, Birch N, Bones M, Bruce J, Johansen J, Meadow R, Mølmann J, Seljåsen R, Smart L, Stewart D. 2011. Phytochemicals of Brassicaceae in plant protection and human health—Influences of climate, environment and agronomic practice. *Phytochemistry*. 72:538-556. DOI: 10.1016/j.phytochem.2011.01.014
- Cadena-Iñiguez J. 2005. Caracterización morfoestructural, fisiológica, química y genética de diferentes tipos de chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw). Tesis Doctorado. Colegio de Postgraduados, México.
- Cerón GL., Legaria S JP, Villanueva V C, Sahagún C J. 2010. Diversidad genética en cuatro especies mexicanas de calabaza (*Cucurbita* spp.). *Revista Fitotecnia Mexicana*. 33:189-196.
- Che C, Fang X, Phoebe C, Kinghorn D, Farnsworth N, Yellin B, Hecht S. 1985. High-field 1H-nmr spectral analysis of some cucurbitacins. *Journal of Natural Products*, 48:429-434. DOI: 10.1021/np50039a010.
- De Luna E, Guerrero JA, Chew-Taracena T. 2005. Sistemática biológica: avances y direcciones en la teoría y los métodos de la reconstrucción filogenética. *Hidrobiológica*. 15:351-370.
- De Luna E. 1995. Bases filosóficas de los análisis cladísticos para la investigación taxonómica. *Acta Botánica Mexicana*. (33):63-79. DOI: 10.21829/abm33.1995.754
- Díaz-Díaz A, Hernández-Castillo FD, Belmares-Cerda RE, Gallegos-Morales G, Rodríguez-Herrera R y Aguilar-González CN. 2013. Efecto de extractos de *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua* en el desarrollo de plantas de tomate inoculadas con *Phytophthora capsici*. *Agraria*. 10:49-58.
- Dixon RA, Paiva NL. 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *The Plant Cell*, 7:1085-1097. DOI: 10.1105/tpc.7.7.1085
- Drollinger D., Rodriguez C. 2002. Medicinal Plants of the Southwest. Recuperado el 20/02/2016 en [http://curanderismo.unm.edu/Medicinal\\_plants\\_SW.pdf](http://curanderismo.unm.edu/Medicinal_plants_SW.pdf) .
- Felsenstein J. 1985. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution* 39:783-791. DOI: 10.2307/2408678.
- Gill SS, Tuteja N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*. 48:909-930. DOI: 10.1016/j.plaphy.2010.08.016.
- Giorgi F, Bi X, Pal J. 2004. Mean, interannual variability and trends in a regional climate change experiment over Europe. II: climate change scenarios (2071–2100). *Climate Dynamics*. 23:839-858. DOI: 10.1007/s00382-004-0467-0
- Gong L, Paris HS, Stift G, Pachner M, Vollmann J, Lelley T. 2012. Genetic relationships and evolution in *Cucurbita* as viewed with simple sequence repeat polymorphisms: the centrality of *C. okeechobeensis*. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 60:1531–1546. DOI: 10.1007/s10722-012-9940-5.
- Hanan A AM, Mondragón P J. 2009. *Cucurbita foetidissima* Kunth. Calabacilla loca. En: *Malezas de México* Recuperado el 23/02/2016 en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/cucurbitaceae/cucurbita-foetidissima/fichas/ficha.htm>
- Ho CH, Ho MG, Ho, SP, Ho HH. 2014. Bitter bottle gourd (*Lagenaria siceraria*) toxicity. *The Journal of Emergency Medicine*. 46:772-775. DOI: 10.1016/j.jemermed.2013.08.106
- Kalt W. 2006. Effects of Production and Processing Factors on Major Fruit and Vegetable Antioxidants. *Journal of food science*. 70:R11-R19. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.tb09053.x.
- Lanyon SM. 1985. Detecting internal inconsistencies in distance data. *Systematic Zoology* 34:397-403. DOI: DOI: 10.2307/2413204
- Lira R, Tellez O, Dávila P. 2009. The effects of climate change on the geographic distribution of Mexican wild relatives of domesticated Cucurbitaceae. *Genetic Resources and Crop Evolution* 56:691-703. DOI: 10.1007/s10722-008-9394-y .
- Lira-Sade R, Eguarte-Frutos L, Montes-Hernandez S. 2009. Proyecto Recopilación y análisis de la información existente de las especies de los géneros *Cucurbita* y *Sechium* que crecen y/o se cultivan en México. UNAM, México, D.F. recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/genes/genes.html>

- López-Benitez A, López-Betancourt SR, Vázquez-Badillo ME, Rodríguez-Herrera SA, Mendoza-Elos M, Padrón-Corral E. 2005. Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* Schlechtend. f. sp *lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen, *Rhizoctonia solani* Kühn y *Verticillium dahliae* Kleb. mediante extractos vegetales acuosos. Revista Mexicana de Fitopatología. 23:183-190.
- Monroy-Vázquez ME, Soto-Hernández M, Cadena-Iñiguez J, Santiago-Osorio E, Ruiz-Posadas LM, Rosas-Acevedo H. 2009. Estudio biodirigido de un extracto alcohólico de frutos de *Sechium edule* (Jacq.) Swartz. Agrobiencia. 43:777-790.
- Reyes C R, Ramírez-Valverde G. 1999. Prueba de Bootstrap para la hipótesis de no preferencia en estudios toxicológicos con variables dicotómicas. Agrobiencia. 36:329-335.
- Rodríguez AT, Morales D, Ramírez, MA. 2000. Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento *in vitro* de hongos fitopatógenos. Cultivos Tropicales. 21:79-82
- Ruiz-Carrera V, Peña-López EG., Lau-Vázquez SC, Maldonado-Mares F, Ascencio-Rivera JM, Guadarrama-Olivera MA. 2004. Macronutrientes de fitorecursos alimenticios de especies aprovechadas por grupos étnicos en Tabasco, México. Universidad y Ciencia. Número especial 1:27-31.
- Salazar-Aguilar S, Ruiz-Posadas LM, Cadena-Iñiguez J, Soto-Hernández RM, Santiago-Osorio E, Aguiñiga-Sánchez I, Aguirre-Medina JF. 2017. *Sechium edule* (Jacq.) Swartz, a new cultivar with antiproliferative potential in a human cervical cancer HeLa cell line. Nutrients. 9:798-812. DOI: 10.3390/nu9080798
- Sarubbi O HJ, Aquino J AS. 2014. Control alternativo de *Rhizoctonia solani* Kuhn *in vitro*. Investigación Agraria. 5:5-9.
- Sepúlveda J G, Porta D H, Rocha S M. 2003. La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. Revista Mexicana de Fitopatología, 21:355-363.
- Tomás-Barberán FA, Espin JC. 2001. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. Journal of the science of food and agriculture. 81:853-876. DOI: 10.1002/jsfa.885.
- Wang SY, Lin HS. 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. Journal of agricultural and food chemistry. 48:140-146. DOI: 10.1021/jf9908345.
- Witzell, Johanna; Shevtsova, Anna. 2004. Nitrogen-induced changes in phenolics of *Vaccinium myrtillus* - Implications for interaction with a parasitic fungus. Journal of Chemical Ecology. 30:1937-1956. DOI: 10.1023/B:JOEC.0000045587.75128.a4.





# ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN SISTEMAS AGROFORESTALES RIBEREÑOS DE LA CUENCA DEL RÍO TLAPANECO

## CARBON SEQUESTRATION IN RIPARIAN AGROFORESTRY SYSTEMS OF THE TLAPANECO RIVER BASIN

Bustamante-González, A.<sup>1\*</sup>; Vargas-López, S.<sup>1</sup>; Morales-Jiménez, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México.

\*Autor de correspondencia: angelb@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** Estimate the carbon stored in the arboreal component of mamey sapote (*Pouteria sapota* Jacq.) of riparian agroforestry systems of the Tlapaneco river basin, in the state of Guerrero, Mexico.

**Design/methodology/approach:** The number of trees was counted and their diameter was measured at breast height in quadrants of 400 m<sup>2</sup> on 110 agroforestry parcels in the towns of Ixcateopan, Alpoyeca, Tlaquiltepec and Coyahualco. Aboveground biomass (B) in kg dry matter per tree was estimated with an allometric available for tropical and subtropical species.

**Results:** The total carbon stored per hectare in the tree component of mamey sapote was 20,089 kg/ha, while the total carbon stored in riparian agroecosystems of the Tlapaneco river basin was 3,471,400 kg.

**Study limitations/Implications:** The unavailability of specific allometric equations for mamey sapote limited a more accurate estimate.

**Findings/conclusions:** The arboreal component of mamey sapote is an important reservoir of carbon in the agroforestry riparian systems of the Tlapaneco river basin.

**Keywords:** Guerrero, environmental service, mamey sapote

### RESUMEN

**Objetivo:** Estimar el carbono almacenado en el componente arbóreo de mamey (*P. sapota*) de los sistemas agroforestales ribereños de la cuenca del río Tlapaneco, en el estado de Guerrero, México.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se contabilizó el número de árboles y se midió su diámetro a la altura de pecho en cuadrantes de 400 m<sup>2</sup> en 110 predios de las localidades de Ixcateopan, Alpoyeca, Tlaquiltepec, y Coyahualco. La biomasa aérea (B) en kg de materia seca por árbol se estimó una ecuación alométrica disponible para especies tropicales y subtropicales.

**Resultados:** El carbono total almacenado por ha en el componente arbóreo de mamey fue de 20,089 kg/ha, mientras que el total almacenado para todo el agroecosistema ribereño de la cuenca fue de 3,471,400 kg de carbono.

**Limitaciones del estudio/Implicaciones:** La no disponibilidad de ecuaciones alométricas específicas para mamey limitó una estimación más precisa.

**Hallazgos/conclusiones:** El componente arbóreo de mamey es un reservorio importante de carbono en los sistemas agroforestales ribereños de la cuenca del río Tlapaneco.

**Palabras clave:** Guerrero, mamey, servicio ambiental

## INTRODUCCIÓN

En las regiones áridas y semiáridas, donde la disponibilidad de agua es limitada, en las márgenes de los ríos y corrientes se tiene una franja donde crece la vegetación conocida como riparia o ribereña. Esta vegetación depende en gran medida del flujo subsuperficial y del caudal base del río. El reconocimiento oficial de la importancia de los ecosistemas ribereños en México es reciente. No se tiene un inventario nacional de vegetación ribereña. En las últimas décadas se han realizado estudios locales de ecosistemas ribereños, particularmente sobre su estructura y funcionamiento ecológico (Treviño *et al.*, 2001; Camacho *et al.*, 2006; Enríquez-Peña y Suzán-Azpiri, 2011). El tema del cambio climático ha incidido en la revaloración de los ecosistemas ribereños. En el artículo 34 de la Ley General de Cambio Climático (Ley General de Cambio Climático, 2012), sección III apartado i, se establece que para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando la reducción de emisiones y captura de carbono en el sector de agricultura, bosques y otros usos del suelo y preservación de los ecosistemas y la biodiversidad. Específicamente, establece que se deben diseñar políticas y realizar acciones para la protección, conservación y restauración de la vegetación riparia en el uso, aprovechamiento y explotación de las riberas o zonas federales, de con-

formidad con las disposiciones aplicables de la Ley de Aguas Nacionales.

Estos ecosistemas generan servicios ambientales como la regulación de microclimas, hábitat de una variada fauna silvestre (Beltrao *et al.*, 2009), regulación de la temperatura del agua de los ríos o corrientes (hábitat a su vez de una variada fauna acuática), regulación de inundaciones y valores escénicos y recreativos (Caballero, 1985; Villareal *et al.*, 2006), entre otras. Los ecosistemas ribereños no perturbados en las regiones áridas y semiáridas tienen una función importante como hábitat y como reguladores hidrológicos y de microclimas locales. La disponibilidad de agua, sobre todo en la época de estiaje, en los ecosistemas ribereños ha llevado a la transformación de los ecosistemas naturales ribereños para convertirlos en agroecosistemas, sobre todo en las regiones semiáridas de México. Cuando son transformados en agroecosistemas, sus funciones ecológicas, sociales y económicas cambian.

Tradicionalmente, en el ambiente árido y semiárido, los agroecosistemas ribereños tienen un alto valor económico debido a que en superficies pequeñas se tiene una alta producción asociada a la disponibilidad de agua, recurso sumamente escaso en los agroecosistemas no ribereños adyacentes. En áreas relativamente pequeñas, antes ocupadas por la vegetación natural, los productores rurales, muchas veces de subsistencia, producen cultivos mucho más rentables que los de los terrenos de temporal. A lo largo de un río, la estructura de estos agroecosistemas (arreglo espacial y temporal de las especies cultivadas) es variable (Ortiz-Arroña *et al.*, 2005).

En México, como en otras regiones del mundo (Labarta *et al.*, 2007), no se tienen estadísticas sobre la superficie y producción de cultivos de los agroecosistemas ribereños. Es una agricultura no visible, en muchos casos, para las instituciones del sector, sobre todo cuando las parcelas agrícolas ocupan superficies menores a una hectárea. Caballero (1985) menciona que en el país existen 172 ríos principales, donde se presentan ecosistemas ribereños extensos. Además, en el país se tiene una gran cantidad de ecosistemas ribereños en corrientes secundarias.

Una práctica común en los agroecosistemas ribereños de regiones semiáridas como la Mixteca de los estados de Puebla, Oaxaca y Guerrero es la producción bajo sistemas agroforestales, que incluyen el crecimiento

en un espacio común de cultivos anuales y arbóreos, principalmente árboles frutales. No se ha valorado, para esta región, la importancia del componente arbóreo en la generación y mantenimiento de servicios ambientales como la captura y almacenamiento de carbono, promoviéndose muchas veces una visión de agricultura empresarial que considera a la agroforestería como una práctica indeseable desde el punto de vista agronómico y económico. En este estudio, se analiza la importancia ambiental de los sistemas agroforestales ribereños (Figura 1) de la zona baja del Río Tlapaneco. Se enfatiza que, aunado a la importancia económica de estos sistemas de producción para generar ingresos locales, la agroforestería ribereña es importante para mantener servicios ambientales, en particular en la captura de carbono.



**Figura 1.** Sistema agroforestal ribereño en Coyahualco, Guerrero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la cuenca del Río Tlapaneco, localizada en parte del territorio de los estados de Puebla, Oaxaca y Guerrero, con una superficie total de 4,981.53 kilómetros cuadrados (DOF, 2011). La longitud de la corriente de primer orden del río Tlapaneco es de 75 km. Si bien a lo largo del río, desde su nacimiento en la parte alta de Copanatoyac, Malinaltepec, Alcozuca y la Sierra de Coicoyán, se tiene agricultura ribereña en predios pequeños, la superficie más extensa de agricultura ribereña se concentra en la Cañada de Huamuxtitlán-Alpoyeca (Figura 2). Se reportan 1800 ha de agricultura ribereña en la Cañada (Olvera et al., 2012). Para el cultivo de mamey (*P. sapota*) se reportan 172.8 ha (9.6% de la superficie de agricultura ribereña).

Para estimar el carbono almacenado en los árboles de mamey se realizó un muestreo en lotes de 400 m<sup>2</sup> en 110 predios, de las localidades de Ixcateopan, Alpoye-

ca, Tlaquiltepec, y Coyahualco en el estado de Guerrero. En cada cuadrante (Figura 3) se contabilizó el número de árboles de mamey y se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) en cm, medido a 1.3 m de altura. Para estimar la biomasa aérea (B) en kg de materia seca por árbol se utilizó el modelo  $\ln B = a + (b \ln DAP)$ , debido a que ha sido usado ampliamente para especies tropicales y subtropicales (Andrade y Higuchi, 2009); considerando los parámetros propuestos por Chave et al. (2001):  $\ln B = [-2.19 + 2.54 \ln(DAP)]$ . Se consideró que el carbono orgánico de la masa seca equivale el 50% (Méndez-González et al., 2011).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

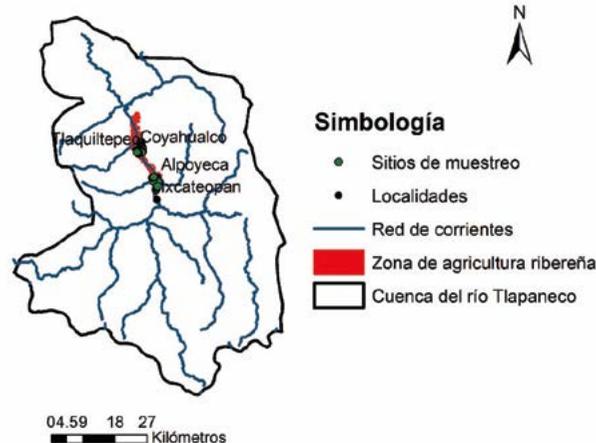
En los predios muestreados se registró la presencia de 36 especies vegetales, que incluyeron cultivos anuales, semi-perennes y perennes.

De las especies arbóreas, el

mamey (Figura 4) fue la especie más frecuente, con un promedio de 175 árboles por hectárea.

El promedio de biomasa seca de los árboles de mamey por hectárea fue de 40.178 t. El carbono total almacenado por ha fue de 20.089 t ha<sup>-1</sup>. Al considerar una superficie de la Cañada Alpoyeca-Huamuxtitlán de 172.8 ha, la cual se reportó con cultivo de mamey en 2009 (Arcos, 2011) y que equivale al 9.6% de las 1800 ha de agricultura ribereña del río Tlapaneco (Olvera et al., 2012), se tiene un almacenamiento de carbono en los árboles de mamey de 3,471.4 t para los agroecosistemas ribereños de la zona.

El carbono almacenado por hectárea en el cultivo de mamey en el sistema agroforestal de la Cañada del Río Tlapaneco es equivalente al 55.8% del carbono almacenado (26 t de carbono por hectárea) en bosques secos y al 10.7 % del almacenado en un bosque tropical húmedo (MAGFOR, 2005).



**Figura 2.** Localización de la agricultura ribereña de la Cañada de Huamuxtitlán-Alpoyeca, Guerrero.



**Figura 3.** Contabilización de árboles y medición de los parámetros para estimar la biomasa.



**Figura 4.** Sistema agroforestal con mamey en Ixcateopan, Guerrero.

## CONCLUSIÓN

La estimación de carbono almacenado en el cultivo de mamey en la agricultura de la Cañada Huamuxtitlán-Alpoyeca en la ribera del Río Tlapaneco, en el estado de Guerrero, mostró que la producción de cultivos anuales con árboles es un reservorio importante de carbono. Es necesario revalorar este tipo de agroecosistemas como áreas generadoras y mantenedoras de servicios ambientales como la captura de carbono. Una opción para ello es crear un programa de pago de servicios ambientales para agroecosistemas ribereños con sistemas agroforestales, considerando tanto el servicio de agrobiodiversidad como de captura y almacenamiento de carbono.

## LITERATURA CITADA

- Andrade E.A., Higuchi N. 2009. Produtividade de quatro espécies arbóreas de Terra Firme da Amazonia Central. *Acta Amazónica* 39(1): 105-112.
- Arcos E.L. 2011. Caracterización del sistema de producción de mamey (*Pouteria sapota* Jacq.) del municipio de Huamuxtitlán, Gro. Tesis de maestría. Maestría en Desarrollo Sostenible de Zonas Indígenas. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.
- Beltrao G.B.M., Medeiros E.S.F., Ramos R.T.C. 2009. Effects of riparian vegetation removal on the structure of the marginal aquatic habitat and the associated fish fauna in a tropical Brazilian reservoir. *Biota Neotropica* 9(4): 37-43.
- Caballero M.D. 1985. Riparian Ecosystems in Mexico: Current status and future direction. *In: Symposium, Riparian Ecosystems and Their Management: Reconciling Conflicting Uses*, April 16-18, 1985, Tucson, Arizona. pp. 9-12.
- Camacho F., Trejo I., Bonfil C. 2006. Estructura y composición de la vegetación ribereña de la Barranca del Río Tembeembe, Morelos, México. *Boletín Sociedad Botánica de México*. Sociedad Botánica de México, A.C. Distrito Federal, México. pp. 17-31.
- Chave J., Riera B., Dubois M.A. 2001. Estimation of biomass in a neotropical forest of French Guiana: spatial and temporal variability. *Journal of Tropical Ecology* 17: 79-96.
- DOF. 2011. Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de la Región Hidrológica número 18 Balsas. *Diario Oficial de la Federación* del día 26 de enero de 2011.
- Enríquez-Peña E.G., Suzán-Azpiri H. 2011. Estructura poblacional de *Taxodium mucronatum* en condiciones contrastantes de perturbación en el estado de Querétaro, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 153-167.
- Labarta R.A., White D., Leguía L., Guzmán W., Soto J. 2007. La Agricultura en la Amazonia Ribereña del Río Ucayali. ¿Una Zona Productiva pero Poco Rentable? *Acta Amazónica* 37(2): 177-186.
- Ley General de Cambio Climático. 2012. *Diario Oficial de la Federación* del día 6 de junio de 2012.
- MAGFOR. 2005. Potencial de plantaciones forestales y fijación de carbono en Nicaragua. Managua, Nicaragua. 178 p.
- Méndez-González J., Luckie-Navarrete S.L., Capó-Arteaga M.A., Nájera-Luna J.A. 2011. Ecuaciones alométricas y estimación de incrementos en biomasa aérea y carbono en una plantación mixta de *Pinus devoniana* Lindl. y *P. pseudostrobus* Lindl., en Guanajuato, México. *Agrociencia* 45: 479-491.
- Olvera J.I., Bustamante A., Ortiz E., Vargas S., Aceves E., Guerrero J.D. 2012. Sistemas de producción agrícola en la ribera del Río Tlapaneco, Montaña de Guerrero. *In: Primer Simposio Internacional sobre el Desarrollo de la Mixteca*. Tecamatlán, Puebla, 26 al 28 de septiembre de 2012. pp. 136-140.
- Ortiz-Arroña C.I., Gerritsen P.R.W., Martínez L.M.M., Allen A., Snoep M. 2005. Restauración de bosques ribereños en paisajes antropogénicos en el occidente de México. Disponible en: [www.dama.gov.co](http://www.dama.gov.co)
- Treviño E.J., Cavazos C., Aguirre O.A. 2001. Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León. *Madera y Bosques* 7(1): 13-25.
- Villarreal J.A., Carranza M., Estrada E., Rodríguez A. 2006. Flora riparia de los ríos Sabinas y San Rodrigo, Coahuila, México. *Acta Botánica Mexicana* 75: 1-20.

# EMBRIONES OVINOS VITRIFICADOS MEDIANTE UNA TÉCNICA "ONE STEP" PRODUCIDOS EN DOS ESTACIONES

## SHEEP EMBRYOS VITRIFIED USING A "ONE STEP" TECHNIQUE PRODUCED IN TWO SEASONS

Juárez-Pérez, A.<sup>1</sup>; Domínguez-Rebolledo, Á.<sup>2</sup>; Pinzón-López, L.<sup>1</sup>; Aguilar-Urquiza, E.<sup>1</sup>; Ortiz-de la Rosa, B.<sup>1</sup>; Ramón-Ugalde J.P.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Conkal. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Av. Tecnológico s/n, Conkal, Yucatán, México. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Antigua Carretera Mérida-Motul km 25, Mocochoá, Yucatán, México.

\*Autor para correspondencia: julio.ramon9@gmail.com

### ABSTRACT

**Objective:** Vitrified ovine embryos produced in two seasons by a "one step" technique, and verify its viability at thawing and its post-transference fertility.

**Desing/methodology/approach:** Estrus was synchronized in 16 pelibuey ewes, eight per station, by vaginal sponges and superovulated with FSHp. Sponges were removed on 13th day and since his removed, at 56±1 hours females were mated by male, and finally on seventh day the embryos were collected. The collected embryos were selected for "one step" vitrification, submerged for ten minutes in 1.5 M Ethylene Glycol (EG)+0.2 M sucrose in TCM 199; embryos were loaded into straws and immersed in liquid nitrogen. Sixteen straws for each season were thawing. Embryos were evaluated their viability by Hoechst testing vital cell staining, was observed in epifluorescence microscope. The viability, embryo quality and fertility was analyzed by test  $\chi^2$ .

**Results:** There was no differences (P>0.05) between embryo viability 50 and 68.75%, the value of the morphological classification 2.43±0.60 vs. 3.31±0.58 and the percentage of live cells 49.37 vs. 53.75% for spring and autumn, respectively. Study limitations/implications: Fertility per season was 58.3 y 66.6 % (P>0.05) for spring and autumn, respectively.

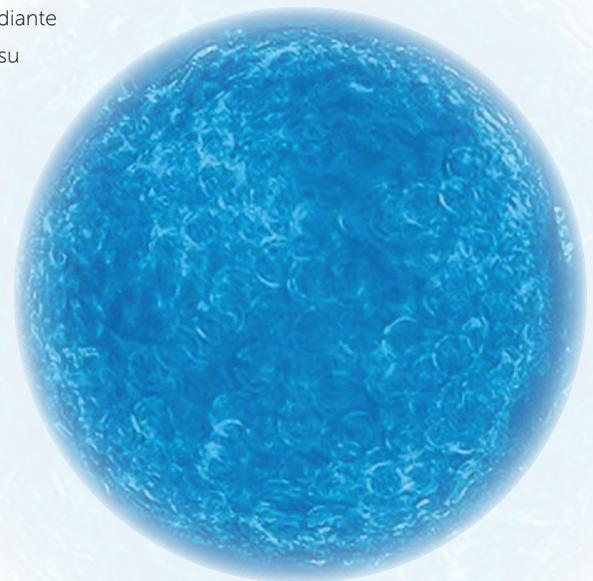
**Findings/conclusions:** EG as a cryoprotectant is recommended in the use of a "one step" technique, obtaining an average of 59.3% embryo viability, regardless of the reproductive seasonality in superovulated tropical sheep.

**Keywords:** Embryos, one step vitrification, seasonality.

### RESUMEN

**Objetivo:** Vitrificar embriones ovinos producidos en dos estaciones mediante una técnica "one step", y verificar su viabilidad al descongelado y su fertilidad postransferencia.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se utilizaron 16 ovejas Pelibuey (8 por estación), sincronizadas y superovuladas. Las esponjas se retiraron el día 13 (Día 0). A las 56±1 h del día 0, se dieron montas dirigidas y a los 7 días los embriones fueron colectados. Los embriones fueron vitrificados "one step" (sumergidos 10 minutos en 1.5 M Etilenglicol (EG)+0.2 M sacarosa en TCM 199), colocados en pajuelas e inmersión en nitrógeno líquido. Dieciséis embriones de cada estación desvitrificados fueron teñidos mediante Hoechst y observados en epifluorescencia. Veinticuatro embriones (12 de cada estación) fueron transferidos por endoscopia en ovejas receptoras. La



**Agroproductividad:** Vol. 11, Núm. 10, octubre. 2018. pp: 121-126.

**Recibido:** mayo, 2018. **Aceptado:** agosto, 2018.

tasa de viabilidad, la calidad morfológica y la fertilidad de los embriones se analizó mediante el test  $\chi^2$ .

**Resultados:** La valoración microscópica no mostró diferencias ( $P>0.05$ ) en la viabilidad embrionaria 50 y 68.75 %, calificación morfológica  $2.43\pm 0.60$  vs.  $3.31\pm 0.58$  y porcentaje de células vivas 49.37 vs. 53.75 % para primavera y otoño, respectivamente.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** La fertilidad por estación fue de 58.3 y 66.6 % ( $P>0.05$ ) para primavera y otoño, respectivamente.

**Hallazgos/conclusiones:** El EG como agente crioprotector es recomendable en el uso de la técnica "one step", logrando una viabilidad embrionaria promedio de un 59.3 % y una fertilidad postransferencia promedio de 54.16 %, independientemente de la estacionalidad reproductiva en ovinos tropicales superovulados.

**Palabras clave:** Embriones, vitrificación "one step", estacionalidad.

## INTRODUCCIÓN

La criopreservación de embriones se ha ido modificando en el tiempo, ya que representa un procedimiento básico en especies domésticas, silvestres y animales de laboratorio (Kasai, 2002). La tecnología más utilizada es la congelación lenta, diseñada para mantener un delicado equilibrio entre el crioprotector (CP) a baja concentración (1-1.5 M) y el compartimento acuoso de los embriones. Por su parte, la vitrificación consiste en una rápida solidificación del líquido con alta concentración de CP (6-7.5 M), evitando la formación de cristales de hielo. En ovinos, la primera criopreservación de embriones exitosa fue con el método de congelación lenta en 1976 (Willadsen *et al.*, 1976), y desde entonces la mayoría de los embriones fueron crioconservados mediante este método hasta 1989, registrando una tasa de supervivencia entre el 30% y el 60% (Willadsen *et al.*, 1976; Tervit y Goold, 1984; Heyman *et al.*, 1987). Desde el momento en que se demostró que la sacarosa podía ser utilizada para retirar el CP de los embriones, Leibo (1984) y Renard *et al.* (1982) diseñaron una técnica de congelación de embriones "one step" utilizando como CP al glicerol (G) 1.4 M, logrando transferir directamente a la receptora sin la necesidad de una evaluación microscópica previa y sin el choque osmótico que sufre cuando se usa el método en etapas. Los porcentajes de preñez que se logran con este método, varían entre 25 y 40 %. En 1989 se reportó el primer éxito de transferencia de embriones ovinos vitrificados (Gajda *et al.*, 1989), y en los últimos años esta técnica ha sido utilizada en embriones tanto *in vivo* como *in vitro*, reportando tasas de supervivencia que van desde el 50 al 80 % (Dattena *et al.*, 2000; Baril *et al.*, 2001, Papadopoulos *et al.*, 2002; Green *et al.*, 2009). Se han propuesto diferentes protocolos de vitrificación para criopreservar embriones en varias especies, demostrando que su éxito depende de varios factores como el estadio de desarrollo embrionario, origen de los embriones (*in vivo* o *in vitro*) y medio CP (Leoni *et al.*, 2002). En este sentido, el uso del glicerol como agente CP y su remoción en etapas de rehidratación después de la descongelación, disminuye el nivel de eficiencia (Celestinos y Gatica, 2002); por tanto, una técnica que permita la rehidratación dentro del ambiente uterino, haciendo posible la transferencia directa de los embriones luego de ser descongelados, sin necesidad de una manipulación extra y utilizando como agente CP el etilenglicol (EG), sería por

demás conveniente. Por otra parte, hay evidencias de que aun cuando en ovinos tropicales superovulados no se presenta estacionalidad reproductiva, si se observa un efecto estacional detrimental con una mayor atresia folicular en primavera respecto al otoño (Juárez *et al.*, datos sin publicar). El objetivo del presente trabajo fue vitrificar embriones ovinos producidos en dos estaciones mediante una técnica "one step".

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en primavera y otoño 2015, en el Centro de Selección y Reproducción Ovina (CeSyRO) del Instituto Tecnológico de Conkal, ubicado en el km 16.5 de la carretera Mérida-Motul, México, a 21° 02' longitud Norte y 89° 29' longitud Oeste, con clima tropical subhúmedo Aw<sub>0</sub>, temperatura media anual de 26.5 °C, precipitación total de 900 mm, a 9 m de altitud (García, 1981).

**Animales y sincronización de estros.** El estímulo superovulatorio se realizó en 16 ovejas Pelibuey, múltiparas y secas. Ocho en una época no reproductiva (primavera) y ocho en una reproductiva (otoño), con peso vivo y condición corporal promedio de  $42.5\pm 1.2$  kg y 3+, respectivamente; bajo condiciones de pastoreo (pasto estrella, *Cynodon nlemfuensis*), 6 h día<sup>-1</sup>, complementado con 300 g cabeza<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> de un concentrado comercial con 14 % proteína cruda. Todas las ovejas fueron inducidas y sincronizadas al estro, durante 13 días (día 0=inserción de esponja), mediante esponjas vaginales (Chronogest<sup>®</sup>, Intervet) impregnadas con 20 mg de acetato de fluorogestona (FGA) micronizada, y una dosis de 10 mg de prostaglandina (PGF2 $\alpha$ ; Dynoprost, trometamina: Lutalyse<sup>®</sup>, Pfizer)

mL<sup>-1</sup>, administrada intramuscular (IM) por la mañana del día 6. La superovulación se indujo con 220 UI de hormona folículo estimulante porcina (FSHp; Foltropin-V<sup>®</sup>, Bioniche) 10 mL<sup>-1</sup> inyectada por vía IM cada 12 horas en ocho dosis decrecientes IM (2, 2, 1.5, 1.5, 1, 1, 0.5, 0.5 mL), durante los cuatro últimos días del tratamiento progestativo. Las esponjas vaginales fueron retiradas el día 13 de haber iniciado el tratamiento coincidiendo con la séptima inyección de FSHp, posteriormente a partir de las 20 horas de la retirada de las esponjas se detectó el inicio del estro mediante machos enteros, a las 36 horas de la retirada de las esponjas todas las ovejas recibieron una dosis IM de 100 µg de Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH; Fertagyl<sup>®</sup>, Intervet), finalmente a las 56 ± 1 horas de la retirada de las esponjas se dieron montas dirigidas con machos de fertilidad probada.

**Colecta de embriones.** En ambas estaciones los embriones fueron colectados a través de la perfusión del útero a los 7 días de la retirada de las esponjas, mediante la técnica descrita por Ramón et al. (2008). Los embriones recuperados fueron clasificados en función de su grado de desarrollo y morfología (Wintenberg-Torres y Sevellec, 1987), solo los embriones morfológicamente normales, de calidad uno y dos, fueron seleccionados para la criopreservación (mórula, mórula compacta y blastocisto).

**Procedimiento de vitrificación y desvitrificación "one step".** Los embriones recuperados de ambas estaciones fueron lavados en una solución de fosfato buffer salino (PBS; VIGRO Complete Flush sol.) con 10 % de suero fetal bovino (SFB; Sigma-Aldrich F6178) y para la vitrificación fueron sumergidos durante 10 minutos en una solución 1.5 M de EG (JT Baker<sup>®</sup> 9300-01)+0.2 M sacarosa (Sigma-Aldrich<sup>®</sup> S0389) en TCM 199 (Sigma-Aldrich<sup>®</sup> M4530). Los embriones fueron aspirados en pajillas plásticas de 0.25 mL y colocados en columnas como sigue (Figura 1): a) PBS con 10 % de SFB, b) burbuja de aire, c) solución de vitrificación, d) burbuja de aire, e) embrión en solución de vitrificación, f) burbuja de aire y g) solución de vitrificación.

Las pajillas fueron selladas inmediatamente y se colocaron durante diez minutos en vapores de nitrógeno líquido a -6 °C, posteriormente se tocó la columna "c" con una pinza hemostática previamente sumergida en nitrógeno líquido para inducir el "seeding" e inmediatamente las pajuelas fueron inmersas en nitrógeno líquido. Para la desvitrificación, se tomaron 16 pajillas de cada estación (primavera y otoño) y se descongelaron en baño maría a 35 °C durante 1 minuto, para a su vez proceder a expeler su contenido.

**Evaluación embrionaria.** Los embriones fueron considerados como viables cuando no presentaron signos de degeneración celular como ausencia de simetría, tamaño celular irregular, blastómeros excluidos, incremento de la granulación, células vacuoladas y zona pelúcida (ZP) dañada. Además de la evaluación morfológica, se realizó una tinción vital con Hoechst 33342 (Sigma B2261) para valorar su condición celular. La tinción consistió en realizar un doble lavado en gotas de PBS, un minuto por cada gota, se tomó el embrión en 10 µL del medio de lavado y se colocó en un portaobjetos. Se retiró el exceso de medio y se adicionaron 10 µL de solución Hoechst (10 µg mL<sup>-1</sup>) por un minuto y se retiró, posteriormente se adicionaron nuevamente 10 µL de medio de lavado a través de un suave pipeteo y se retiró. Por último, se observó al microscopio de epifluorescencia empleando un filtro con capacidad de leer la intensidad del fluorocromo (López et al., 2014).

**Análisis estadístico.** La tasa de viabilidad, la calidad morfológica y la fertilidad de los embriones se analizó mediante la prueba  $\chi^2$  del paquete estadístico Statistix 9.0 (2008). Con fines estadísticos, en los embriones se aplicó un valor a la calificación morfológica de acuerdo con su calidad (Cuadro 1). Así mismo, la valoración del porcentaje de células vivas se realizó asignando los rangos siguientes: 0-25 %, 26 a 50%, 51 a 75 % y 76 a 100 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La viabilidad promedio de los embriones en este experimento fue de 59.3 %, no observándose diferencias entre primavera (50 %) y otoño (68.75 %) (Figura 2).



**Figura 1.** Distribución de las columnas en la pajilla previa a vitrificación.

**Cuadro 1.** Calificación morfológica del embrión según su calidad embrionaria (Garbayo *et al.*, 1993).

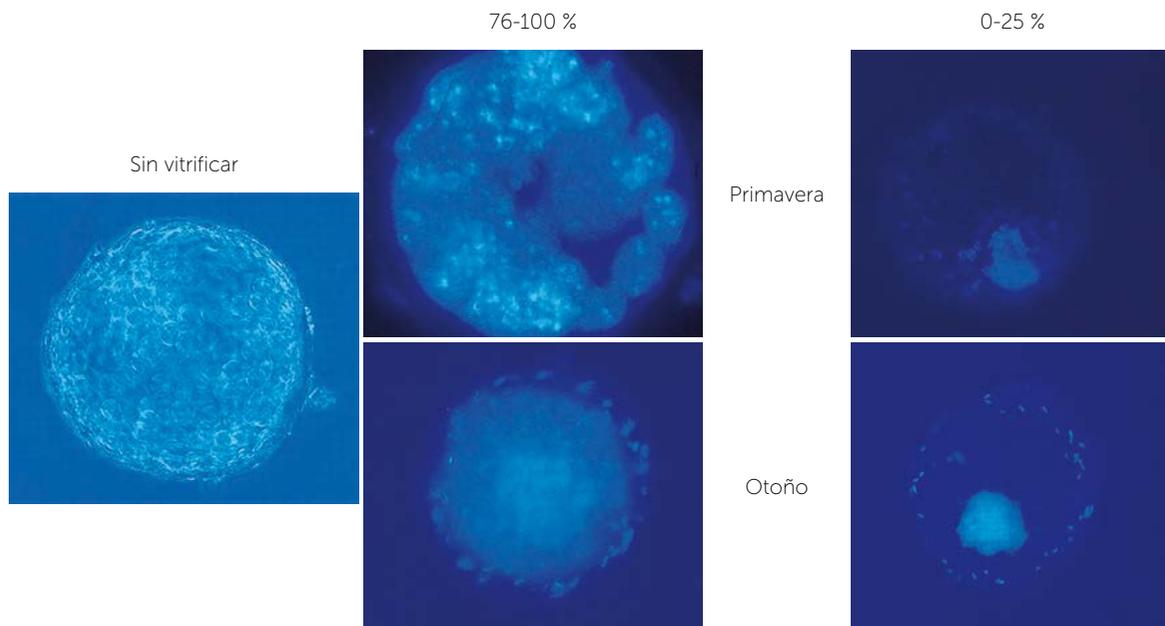
Calidad del embrión	Calificación morfológica
DG=Degenerado	0
R-=Zona pelúcida abierta	1
R=Grado 3	2
R+=Grado 2-3	3
B-=Grado 2	4
B=Grado 1	5

El Cuadro 2 muestra la valoración y la calificación morfológica obtenida de los embriones recuperados en primavera y otoño, también se aprecia el valor final obtenido, así como su significancia estadística. Se puede observar un valor promedio de la calificación morfológica de 2.43 y 3.31, para las estaciones primavera y otoño, respectivamente, sin que se aprecien diferencias.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados del porcentaje de células vivas tras la tinción, en él se pueden observar valores medios de 49.37 y 53.75 % para primavera y otoño, respectivamente.

Asimismo, en el Cuadro 4 se presentan los resultados de la evaluación de los embriones vitrificados mediante una técnica "one step" que se transfirieron por endoscopia directamente.

La viabilidad embrionaria promedio en este estudio fue de 59.3 % (50 % en primavera y 68.75 % en otoño) se encuentra dentro del intervalo 50 a80 % reportado por Dattena *et al.* (2000), Baril *et al.* (2001), Papadopoulos *et al.* (2002) y Green *et al.* (2009), con un método de vitrificación-desvitrificación en etapas. Por el contrario, resulta superior a los obtenidos por Leibo (1984) con 25.9 %, Chupin *et al.* (1984) con 41.4 % y Cabodevila *et al.* (1992) con 25 % mediante el método "one step", utilizando G como agente CP. Asimismo, el EG ha sido utilizado como CP para transferencia directa con resultados del 44.7 al 50.5 % (Dochi *et al.*, 1998; Nibart y Humblot, 1997); sin embargo, al utilizar los primeros (1.8 M EG+0.25 M de sacarosa) y los segundos (1.5 M EG sin sacarosa) protocolos, ambos muestran resultados más bajos que los obtenidos en el presente estudio con 1.5 M EG+0.2 M de sacarosa. Al parecer, concentraciones de EG superiores a 1.5 M resultan en una disminución de la viabilidad del embrión. Experimentos utilizando hasta 5.5 M EG+1.0 M de sacarosa reportan resultados de 13.3 % de viabilidad embrionaria en ovinos (Boggio y Caorsi, 2002), similares a los reportados con ratones utilizando mezclas de EG con G (Ali y Shelton, 1993). La incorporación de sacarosa al protocolo de vitrificación "one step" con EG se fundamenta en que el EG tiene menor peso molecular que el G, resultando más permeable, lo que provoca pequeños cambios de volumen celular (Voelkel y Hu, 1992), donde la sacarosa juega un papel fundamental ya que preserva



**Figura 2.** Viabilidad embrionaria (% de células vivas) de cada estación post desvitrificación (tinción vital Hoechst 33342+microscopio de epifluorescencia).

**Cuadro 2.** Resultados de la calificación morfológica otorgada a los embriones recuperados en ambas estaciones.

Número	Embrión		Calidad embrionaria				Calificación morfológica	
	Estadio		Vitrificación		Desvitrificación			
	P	O	P	O	P	O	P	O
1	M	M	B	B	B	DG	5	0
2	M	M	B	B	B	B	5	5
3	M	MC	B	B	B	B	5	5
4	MC	M	B	B	B	B	5	5
5	M	M	B	B	DG	B	0	5
6	JB	M	B	B	B	DG	5	0
7	M	MC	B	B-	DG	B-	0	4
8	M	M	B	B	DG	B	0	5
9	M	M	B	B	DG	DG	0	0
10	MC	MC	B-	B-	B-	B-	4	4
11	M	M	B	B	DG	DG	0	0
12	M	MC	B-	B	B-	B	4	5
13	M	M	B	B	B	DG	5	0
14	M	M	B	B	DG	B	0	5
15	M	M	B	B	DG	B	0	5
16	M	JB	B	B	R-	B	1	5

Primavera: (39) 2.43±0.60; P>0.05. Otoño: (53) 3.31±0.58; P>0.05.

P: Primavera, O: Otoño, M: mórula, MC: mórula compacta, JB: joven blastocisto, B: embrión de grado 1, B- embrión de grado 2, DG: embrión degenerado, R-: ZP abierta.

la integridad estructural y funcional de las membranas (Guignot *et al.*, 2006). Por otra parte, el resultado de viabilidad embrionaria obtenido en el presente estudio (59.3 % promedio) es aceptable debido en gran parte al estadio morfológico del embrión empleado, ya que es conocido que las mórulas [65 %: Baril *et al.* (2001); 64 %: Green *et al.* (2009)], son mejores que los blastocistos [58 %: Baril *et al.* (2001)] bajo un protocolo de vitrificación "one step". Por el contrario, bajo un protocolo de vitrificación/desvitrificación en etapas es mejor el estadio de blastocisto, donde Gibbons *et al.* (2011) reportan una viabilidad embrionaria de 41.2 y 50 % para mórula y blastocisto, respectivamente.

La viabilidad embrionaria promedio (51.5 %) medida a través de la tinción vital de los embriones vitrificados en dos estaciones dio como resultado un 49.3 % para primavera y 53.7 % para otoño. Las tinciones vitales son útiles para identificar las células vivas a través de fluorescencia, tanto de ovocitos (Báez *et al.*, 2009) como embriones en distintas etapas de desarrollo (Rodríguez-Suástegui, 2012).

Si bien existe discrepancia entre si los ovinos tropicales son o no estacionales (Chemineau, 1993), es posible que de serlo, la viabilidad embrionaria y su calidad podría verse afectada, en este sentido, Juárez *et al.* (datos sin publicar) realizaron un estudio preliminar sobre atresia folicular en ovejas superovuladas en primavera y otoño, encontrando que hay mayor atresia en primavera (53.23 %) respecto al otoño (5.43 %), sin embargo, en el presente estudio no se evidenció un efecto detrimental en la viabilidad embrionaria y porcentaje de células vivas, probablemente este resultado en ambos

**Cuadro 3.** Resultados de la calificación vital otorgada a los embriones recuperados en ambas estaciones, utilizando la tinción de Hoechst.

Número	Embrión				% Células vivas	
	Estadio		Calidad al desvitrificar			
	P	O	P	O	P	O
1	M	M	B	DG	100	10
2	M	M	B	B	85	75
3	M	MC	B	B	90	85
4	MC	M	B	B	85	80
5	M	M	DG	B	10	50
6	JB	M	B	DG	90	15
7	M	MC	DG	B-	10	50
8	M	M	DG	B	25	75
9	M	M	DG	DG	25	15
10	MC	MC	B-	B-	75	50
11	M	M	DG	DG	10	15
12	M	MC	B-	B	50	80
13	M	M	B	DG	75	15
14	M	M	DG	B	40	60
15	M	M	DG	B	20	90
16	M	JB	R-	B	0	95
Total					49.37*	53.75*

\*(P>0.05).

P: Primavera, O: Otoño, M: mórula, MC: mórula compacta, JB: joven blastocisto; B: embrión de grado 1, B- embrión de grado 2, DG: embrión degenerado, R-: ZP abierta.

**Cuadro 4.** Fertilidad de embriones vitrificados mediante una técnica "one step" transferidos directamente por endoscopia.

Estación	Ovejas transferidas	Ovejas gestantes (%)
Primavera	12	7 (58.3)*
Otoño	12	8 (66.6)*

\*(P&gt;0.05).

trabajos está condicionado a que bajo una estrategia de estímulo superovulatorio se elimina la estacionalidad.

## CONCLUSIÓN

El EG como agente CP es recomendable en el uso de la técnica "one step", logrando una viabilidad embrionaria promedio de un 59.3 %, independientemente de la estacionalidad reproductiva en ovinos tropicales superovulados.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CONACYT Ciencia Básica 164592.

## LITERATURA CITADA

- Ali J., Shelton J. 1993. Vitrification of preimplantation stages of mouse embryos. *Journal of Reproduction and Fertility* 98: 459-465.
- Báez Contreras J., Pirela Pirela A., Landinez J., Villamedina-Monreal P. 2009. Efecto de la vitrificación sobre la viabilidad de ovocitos bovinos madurados *in vitro*. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 43: 197-210.
- Baril G., Traldi A., Cognie Y., Leboeuf B., Beckers, J., Mermillod P. 2001. Successful direct transfer of vitrified sheep embryos. *Theriogenology* 56: 299-305.
- Boggio J., Caorsi C. 2002. Survival of ovine embryos vitrified in 5.5 M ethyleneglycol + 1.0 M sucrose or 1.0 M trehalose: First report in Uruguay. *Theriogenology* 57: 462.
- Cabodevila J., Alberio R., Palma G., Iovannitti B., Torquati S. 1991. Desarrollo "in vitro" e "in vivo" de embriones bovinos congelados utilizando un método standard simplificado. *Revista Argentina de Producción Animal* 12: 301-312.
- Celestinos M., Gatica R. 2002. Vitrificación como técnica de crioconservación de embriones bovinos. Vitrificación como técnica de crioconservación de embriones bovinos. *Archivos de Medicina Veterinaria* 34: 157-165.
- Chemineau P. 1993. Medio ambiente y reproducción animal. *Revista Mundial de Zootecnia* 77: 14-42.
- Chupin D., Florin B., Procureur R. 1984. Comparison of two methods for one step in-straw thawing and direct transfer of cattle blastocysts. *Theriogenology* 21: 455-459.
- Dattena M., Ptak G., Loi P., Cappa P. 2000. Survival and viability of vitrified *in vitro* and *in vivo* produced ovine blastocysts. *Theriogenology* 53: 1511-1519.
- Dochi O., Yamamoto Y., Saga H., Yoshiba N., Kano N., Maeda J.S. I. 1998. Direct transfer of bovine embryos frozen-thawed in the presence of propylene glycol or ethylene glycol under on-farm conditions in an integrated embryo transfer program. *Theriogenology* 49: 1051-1058.
- Gajda B., Smorag Z., Wierzbowski S., Jura J., Wieczorek B. 1989. Transfer of Vitrified Sheep Morula. *Reproduction in Domestic Animals* 24: 97-100.
- Garbayo A., Alabart J., Folch J., Cocero M., Ramón J., Fernández-Arias A. 1993. Efecto de la inmunización pasiva contra andrógenos en ovejas "Rasa Aragonesa" superovuladas con FSH. *ITEA, Extra* 12, Tomo 2, pp. 418-420.
- García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (4ª edición ed.). México, D. F.: FOCET Larios, S. A.
- Gibbons, A., Cueto, M., Pereyra Bonnet, F. 2011. A simple vitrification technique for sheep and goat embryo cryopreservation. *Small Ruminant Research* 95: 61-64.
- Green R., Santos B., Sichele C., Landi S. 2009. Viability of OPS vitrified sheep embryos after direct transfer. *Reproduction in Domestic Animals* 44: 406-410.
- Guignot F., Bouttier A., Baril G., Salvetti P., Pignon P., Beckers J., Mermillod, P. 2006. Improved vitrification method allowing direct transfer of goat embryos. *Theriogenology* 66: 1004-1011.
- Heyman Y., Vincent C., Garnier V., Congnié Y. 1987. Transfer of frozen-thawed embryos in sheep. *The Veterinary Record* 120: 83-85.
- Juárez A., Domínguez Á., Pinzón L., Aguilar E., Ortiz B. y Ramón J. (s.f.). Estacionalidad reproductiva en ovejas tropicales superovuladas. Sin publicar.
- Kasai M. 2002. Advances in the cryopreservation of mammalian oocytes and embryos: development of ultrarapid vitrification. *Reproductive Medicine and Biology* 1: 1-9.
- Leibo S. 1984. A one-step method for direct nonsurgical transfer of frozen-thawed bovine embryos. *Theriogenology* 21: 767-790.
- Leoni G., Berlinguer F., Rosati I., Bogliolo L. 2002. Resumption of metabolic activity of vitrified/warmed ovine embryos. *Molecular Reproduction and Development* 64: 207-213.
- López Cardona Á., Tarazona Morales A., Giraldo Echeverri C., Mesa Pineda C., Cadavid Betancur D., Echeverry Berrío D., Ruiz Cortés Z. 2014. Cultivo de tejidos reproductivos y producción y manipulación de embriones bovinos: Libro de procedimientos (Primera ed.). Medellín: Fondo Editorial Biogénesis.
- Nibart M., Humblot P. 1997. Le tranfer direct des embryons bovine congelés. *M Elev Et Insem* 2: 3-11.
- Papadopoulos S., Rizos D., Duffy P., Wade M., Quinn K. 2002. Embryo survival and recipient pregnancy rates after transfer of fresh or vitrified, *in vivo* or *in vitro* produced ovine blastocysts. *Animal Reproduction Science* 74: 35-44.
- Ramón Ugalde J. P., Folch J., Cocero M., Piña-Aguilar R. 2008. Embryo recovery from the oviduct in superovulated ewes: a method to improve MOET systems. *The Czech Academy of Agricultural Sciences* 53: 141-151.
- Renard J., Heymany Y., Ozil J. 1982. Congélation de l'embryon bovin: Une nouvelle méthode de décongelation pour le transfert cervical des embryons conditionnés une seule fois en paillettes. *Annales de Medecine Veterinaire* 126: 23-32.
- Rodríguez-Suástegui J. 2012. Evaluación del desarrollo embrionario *in vitro* en ovino utilizando medio de cultivo permanente o secuencial. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Statistix 9.0. 2008. Analytical Software. Borland International USA. <http://www.statistica.com/>
- Tervit H., Goold P. 1984. Deep freezing sheep embryos. *Theriogenology* 21: 268.
- Voelkel, S., Hu Y. 1992. Use of ethylene glycol as a cryoprotectant for bovine embryos allowing direct transfer of frozen-thawed embryos to recipient females. *Theriogenology* 37: 687-697.
- Willadsen S., Polge C., Rowson L., Moor R. 1976. Deep freezing of sheep embryos. *Journal of Reproduction and Fertility* 46: 151-154.
- Wintenberg-Torres S., Sevellec C. 1987. Atlas du développement embryonnaire precocechez les ovins. INRA Station de Physiologie Animale. Jouy en Josas. Publ. Versailles. 51 p.

# CONOCIMIENTO Y APROVECHAMIENTO LOCAL DEL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus mexicanus*) EN ILIATENCO, GUERRERO

## LOCAL KNOWLEDGE AND USE OF WHITE-TAILED DEER (*Odocoileus virginianus mexicanus*) IN ILIATENCO, GUERRERO

López-González, M.<sup>1</sup>; Bustamante-González, A.<sup>1\*</sup>; Vargas-López, S.<sup>1</sup>; Morales-Jiménez, J.<sup>1</sup>;  
Pérez-Ramírez, N.<sup>1</sup>; Guadarrama-Luyando, R.<sup>2</sup>; Díaz-Hernández, H.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México. <sup>2</sup>Proyecto Manejo Forestal Sustentable con Enfoque de Paisaje Conafor-PNUD-Banco Mundial. Av. 5 Sur 5118, Residencial Boulevares, Puebla. <sup>3</sup>Integrante de Sierra Nuyuxia A.C. Calmecas 103 B Conjunto Habitacional El Pilar, Santiago Momoxpan, Cholula, Puebla.

\*Autor para correspondencia: angelb@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** Analyze the traditional knowledge of the peasants of Iliatenco, Guerrero, on the biology and management of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*), and to estimate the population density of this species.

**Design/methodology/approach:** A questionnaire was applied to 60 ejidatarios from eight communities of the Iliatenco ejido and a descriptive statistical analysis of the data was carried out. The density of the deer population was estimated with the method of faecal pellet counts, sampling 19 transects of 1x400 m.

**Results:** The peasants of Iliatenco, Guerrero, predominantly indigenous Me'phaa, know the biology of the species and they practice the local hunting of wildlife, without any regulation of it. The interviewees perceive that the deer population is low, which coincided with the field study that estimated a density of 0.028 deer/ha, which is considered low.

**Study limitations/Implications:** Most respondents speak only the local Me'ppha language. This limited full communication, despite the participation of a local translator in the interviews.

**Findings/Conclusions:** In the community of Iliatenco, Guerrero, there is enormous wealth of traditional ecological knowledge, which corresponds to the interaction of its population with the use of its territory and its natural resources.

**Keywords:** communities, fauna, indigenous, wildlife.

### RESUMEN

**Objetivo:** Analizar el conocimiento tradicional de los campesinos de Iliatenco, Guerrero, sobre la biología y el manejo del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), y determinar la densidad de población de esta especie.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se aplicó un cuestionario a 60 ejidatarios de ocho comunidades del ejido de Iliatenco y se realizó un análisis estadístico descriptivo de los datos. La densidad de la población de venado se estimó con el método de conteo de excretas obtenidas en un muestreo en 19 transectos de 1x4,00 m.

**Resultados:** Los campesinos de Iliatenco, Guerrero, predominantemente indígenas Me'phaa, conocen la biología de la especie y ellos practican la cacería local de fauna silvestre, sin ninguna regulación de la misma. Los entrevistados perciben que la población de venado es baja, lo que coincidió con el estudio de campo que estimó una densidad de 0.028 venados/ha, la cual se considera baja.



**Limitaciones del estudio/Implicaciones:** La mayoría de los entrevistados hablan solamente el idioma local Me'Phaa. Esto limitó la plena comunicación, a pesar de que participó un traductor local en las entrevistas.

**Hallazgos/conclusiones:** En la comunidad de Iliatenco, Guerrero, se tiene una enorme riqueza de conocimiento tradicional ecológico, el cual corresponde a la interacción de su población con el uso de su territorio y sus recursos naturales.

**Palabras clave:** comunidades, fauna, indígenas, silvestre

## INTRODUCCIÓN

Una de las especies animales más apreciadas en las comunidades indígenas y poblaciones rurales de la región de la Montaña de Guerrero, es el venado cola blanca. El aprovechamiento (cacería) no regulado de esta especie ha ocasionado la disminución de su población, lo cual repercute en el desequilibrio del ecosistema, como es el caso del ejido de Iliatenco, Guerrero, donde los campesinos están preocupados por esta situación y desean explorar alternativas para la protección de la vida silvestre. Una de las estrategias de manejo para el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre es la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), con opiniones encontradas en su factibilidad y efectividad para proteger a las especies silvestres (Gallina-Tessaro *et al.*, 2000).

Para establecer una UMA se requiere llevar a cabo estudios de la población y del hábitat, como parte del proceso de registro administrativo formal en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Un manejo adecuado requiere conocer cuál es la densidad de población, tasas de natalidad y mortalidad y variables de condición de hábitat, como cobertura de protección y capacidad de carga (Guadarrama, 2008). La capacidad de carga y los requerimientos de la especie determinan en gran parte la cantidad de individuos que se pueden mantener en un predio (Villarreal, 2006). Se requiere un área mínima de 1,667 a 50,000 ha para sostener una población viable mínima de 500 venados (Mandujano y González-Zamora, 2009).

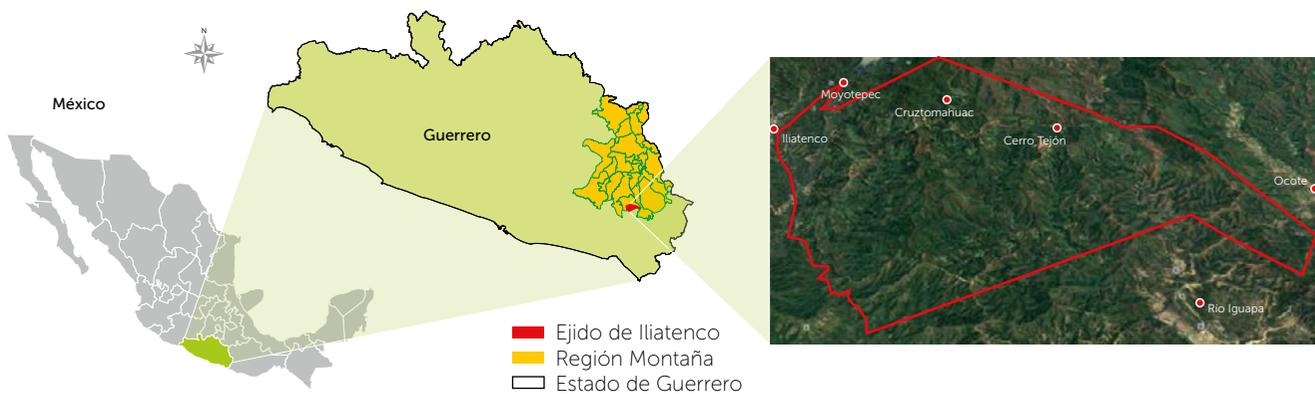
Para lograr la conservación de la especie se requiere que los campesinos participen directamente en la planeación y el manejo, tomando en cuenta sus conocimientos locales sobre la fauna silvestre (Mandujano y Rico-Gray, 1991; Guadarrama, 2008). El conocimiento ecológico tradicional es aquel generado por la interacción de una persona con otras y con su medio ambiente, y es transmitida y conservada entre generaciones (Charney *et al.*, 2007). El conocimiento local o tradicional generalmente se ha discutido en el ámbito académico y conservacionista desde una perspectiva cultural y filosófica (Pierotti y Wildcat, 2000). Una posición alternativa considera al conocimiento tradicional en una perspectiva sinérgica con el conocimiento formal derivado de la investigación científica (Becker y Ghimire, 2003). En este estudio se tuvo como objetivo conocer cuál es la población actual del venado cola blanca en el ejido de Iliatenco, Guerrero, qué nivel de conocimiento de la biología de la especie y de las formas de aprovechamiento tiene la población local. Lo anterior, con el fin de apoyar a los ejidatarios de Iliatenco para el estableci-

miento de una UMA para el manejo de venado cola blanca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para identificar el conocimiento y los usos que los ejidatarios tienen del bosque se tomaron en cuenta los siguientes componentes en el cuestionario: a) Datos generales del productor, b) Uso que le dan a las tierras, aprovechamiento o extracción del bosque, el estado que guarda el bosque y su conocimiento sobre la fauna y flora existente; c) Actividades de cacería y conocimientos acerca de la biología del venado; d) Daños que son ocasionados al bosque, visitantes del bosque, reglamentos y tradiciones comunitarias. Se aplicó un cuestionario a 60 productores de las comunidades de Portezuelo del Clarín, San Juan del Río, Iliatenco, Cruztomahuac, Aviación, Cerro Cuate, Tlahuitepec y Cerro Tejón, pertenecientes al ejido de Iliatenco (Figura 1), estado de Guerrero. La mayoría de las entrevistas se hicieron en el idioma local (Me'phaa) debido a que los entrevistados no hablan español (Figura 2).

Se utilizó el método de conteo de excretas (grupos fecales) y huellas (Ezcurra y Gallina, 1981), para estimar la densidad de población de venado. Se trazaron 19 transectos de 1x400 m a lo largo de los cuales se registraron todos los grupos fecales y huellas encontradas (Figura 3). Para la selección de los transectos se consideró la topografía general del terreno, el tipo de vegetación más abundante y representativa, la ubicación de las fuentes de agua, y la presencia de bordos, cercas y caminos. Las excretas colectadas fueron divididas en dos grupos, superiores e inferiores a 30 días de depósito. Posteriormente, se midió el ancho y largo de diez excretas de



**Figura 1.** Localización del ejido Iliatenco, Guerrero.

menos de 30 días de depósito para calcular su volumen con la fórmula del cilindro

$$V = \pi r^2 h$$

donde  $r = \frac{1}{2}$  ancho, y  $h =$  largo.

Con esta morfometría se determinó la estructura de la población mediante una tabla de frecuencias, utilizando el volumen como variable significativa para distinguir el sexo y edad del venado. Los rangos de la tabla de frecuencia utilizados fueron: crías (0.0 a 0.2 cm); juveniles (0.21 a 0.40 cm) y adultos (0.41 a 0.73 cm); para diferenciar hembras de machos se consideró un rango de 0.41 a 0.60 para hembras y de 0.61 a 0.80 para machos. La densidad de población se estimó como:

$$D = (NP)(PG) / (TP)(TD)$$

donde:  $D =$  densidad poblacional;  $NP =$  número de parcelas de 400 m<sup>2</sup> por ha;  $PG =$  promedio de grupos fecales por parcela;  $TP =$  tiempo de depósito en días (30), y  $TD =$  tasa de defecación por día (20.1).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los entrevistados y uso del



**Figura 2.** Entrevista a productores.

el bosque: 43% extrae madera, 37% leña y 20% recolecta alimentos o cazan; pastorean ganado caprino (70%), bovino (20%) y equino (10%). Casi la mitad de los entrevistados (45%) usan el bosque una vez por semana y 10% lo hacen diario.

### Conocimiento y percepción del bosque.

Los entrevistados mencionaron que saben de la presencia de 13 especies de fauna silvestre en los terrenos del ejido (Cuadro 1). Asimismo, identificaron 12 especies vegetales consumidas por el venado cola blanca (Cuadro 2).

Todos los entrevistados identificaron sitios con algún tipo de bebedero para el venado, siendo los más comunes arroyos (61.7%), ciénega (20%) y río (10%).



**Figura 3.** Muestreo de excretas.

**Cuadro 1.** Especies de fauna silvestre identificadas por los entrevistados.

Nombre Me'phaa	Nombre común	Nombre científico	Frecuencia
Aña'	Venado	<i>Odocoileus virginianus mexicanus</i>	30
Xtuájén	Conejo	<i>Sylvilagus cunicularius</i> Waterhouse	24
Tsúyaa	Ardilla	<i>Sciurus aureogaster</i> F. Cuvier	14
Gaa	Armadillo	<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus	12
Gon'	Tejón	<i>Nasua nasua</i> Linnaeus	8
Goyo'	Gallina de monte	<i>Dendrortyx macroura</i> Jardine & Selby	6
Indii mǎxtii	Tigrillo	<i>Leopardus wiedii</i> Schinz	5
Ága xana	Jabalí	<i>Phacochoerus aethiopicus</i> Pallas	4
E'kha	Zorrillo	<i>Conepatus mesoleucus</i> Lichtenstein	4
A'un	Iguana	<i>Iguana iguana</i> Linnaeus	4
Gayuu	Mapache	<i>Procyon lotor</i> Linnaeus	3
Indii	Jaguar o tigre	<i>Panthera onca</i> Linnaeus	3
Xowe	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i> Kerr	2

**Cuadro 2.** Especies locales consumidas por el venado.

Nombre Me'phaa	Nombre común	Nombre científico	Frecuencia
Ina' ya'duu	Hoja de leche	<i>Tabernaemontana</i> spp. Linnaeus	22
Ya'ho	Quelite	<i>Amaranthus hybridus</i> Linnaeus	18
Rúmá	Majagua	<i>Harvardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose	16
Ra xa	Pasto	<i>Aristida</i> spp. Linnaeus	12
Niima	Frijolar	<i>Phaseolus</i> spp. Linnaeus	8
Naxa xana	Guaje	<i>Leucaena</i> spp. Lam	6
Wixa'	Hongos	<i>Pleurotus</i> spp.	6
Rúmaj maa	Hoja de Malva	<i>Malva parviflora</i> Linnaeus	6
Ixe gúkú	Brotos de encino	<i>Quercus</i> spp.	6
Niinga	Petatillo	<i>Pteridium caudatum</i> Linnaeus Maxon	4
Ixe xnaphú	Guarumbo	<i>Cecropia</i> spp.	3
Ixe tsítu	Helecho	<i>Dryopteris</i> spp.	2

**Conocimiento sobre el venado cola blanca.** La mayoría de los entrevistados (60%) mencionó no conocer si existe cacería y cazadores en la comunidad, a pesar de que saben de cacería y 23% señaló que practica la cacería; por tanto, se interpreta que tuvieron temor de que la información se utilizara con fines punitivos. El 35% de los entrevistados sabe que en julio y mayo se da la mayor cacería, 23% que en mayo y junio y 25% no sabe. Los meses que los entrevistados mencionaron como los de más cacería de venado corresponden a la época de

veda de esta especie. Conocen que la técnica de cacería más usada es la arriada (33%), seguido del campeado (16%) y linterneado (14%), mientras que 10% no sabe. Las especies más cazadas son el venado, conejo y ardilla. Los entrevistados identifican 11 lugares de cacería (Cuadro 3).

La mayoría de los entrevistados mencionó que no saben el destino de la carne (65%) o de las pieles (73.3%) de venado obtenidos de la cacería. El 31.7% consideran que la carne es para autoconsumo y 3.3%

que es para venta. En cuanto a las pieles, 10% mencionó que se usan para adorno, 13.4% que la tiran o venden y 3.3% que la utilizan para danza. Tendencia similar a la de las pieles se tuvo para el uso de los cuernos de venado.

Los entrevistados consideran que la abundancia de venado es baja o regular (70 y 28%, respectivamente). Solamente el 1.7% de los entrevistados manifestó no saber cómo era la abundancia de venado, lo que contrasta con las respuestas a preguntas "más comprometido-

ras", como la de cuántos cazadores hay en la comunidad. Así mismo, el 75% dijo no saber a qué edad se aparee el venado, solo 16% considera que lo hacen a la edad de uno a dos años y 8.3% que es de dos a tres años. A diferencia de lo anterior, un porcentaje menor (35%) indicó que no sabe en qué época se da el apareamiento del venado. El 38% mencionó que se da en los meses de mayo a junio y 16% que es de abril a mayo. Así mismo, 76.7% de los entrevistados sabe cuál es el número de crías por parto (1 a 2), pero 58.3% no sabe la época de partos; quienes dijeron que sí lo saben, consideran que es de noviembre a diciembre (15%), marzo a abril (11.7%) o mayo a junio (11.7%). La información publicada sobre el tema indica que el apareamiento del venado se da de noviembre a enero y los partos ocurren de junio a agosto (Medina y Viveros, 1991; Villarreal, 2006).

**Conocimiento sobre normatividad y costumbres locales.** La mayoría de los entrevistados (90%) creen que existe un reglamento local que prohíbe la cacería, pero las autoridades agrarias mencionaron que en realidad no existe. Solo se prohíbe la extracción de árboles de pino, para lo cual se debe pagar una cuota de \$50.00 debiéndose mencionar en qué lugar se va a derribar el árbol y no afectar a otros ejidatarios, y solo se tiene derecho a extraer dos pinos al año. Si un ejidatario extrae madera de pino en trozo o aserrada sin el consentimiento de la autoridad, se somete a la sanción que dictan las autoridades del ejido (Comunicación personal, Profr. Pudenciano Espinobarros Deaquino, Presidente de Bienes Ejidales de Iliatenco de Montes de Oca).

Con referencia a las tradiciones relacionadas con la caza del venado, algunos ejidatarios comentaron lo siguiente:

- Realizan ofrendas antes de cazar el venado, para proteger a la familia.
- Los huesos del venado no se los pueden comer otros animales (perros).
- Realizan ofrendas para que encuentren presa para cazar.
- Si el cazador no cuida las costumbres, algún descendiente se enferma de esquizofrenia o le dan ataques cerebrales.
- Guardan la cabeza del venado para rezar.
- El cazador no puede ofrecer carne a su concubina.

**Cuadro 3.** Sitios de cacería identificados en los terrenos del ejido de Iliatenco, Guerrero.

Nombre Me'phaa	Nombre del paraje	Frecuencia
Juba xaña	Cerro de Uña	31
Mañuū xtjin tsiama	Río Bandera	14
Idxuu jndii	Cabeza de Tigre	10
Júba mbátsij	Cerro Soledad	10
Judií na nitamamgojoo	Loma Tienda	9
Mathaa a'da tsooton	Barranca Cabrito	6
Itsí gu'wa	Piedra de Casa	5
Mañuū xawí	Río Cangrejo	4
Cruce lajuin	Cruz Chiquita	3
Juba najngaa	Cerro Borracho	3
Xkua ñu'wii	Llano Pajarito	2

**Densidad de población y condición de hábitat.** Aunque hubo sitios con solo 24% de cobertura vegetal la mayoría tuvo cobertura de 60 a 80%. Además de observó la presencia de 23 especies en los transectos de muestreo (Cuadro 4).

Se considera que la condición de hábitat para el venado cola blanca es buena. La densidad poblacional promedio del venado cola blanca estimada para el ejido Iliatenco fue de 0.028 venados  $ha^{-1}$ . La densidad de población estimada es baja, lo que coincide con la percepción de los productores entrevistados sobre la abundancia del venado en sus terrenos. La estructura de la población de venado fue la siguiente: el 4.54% son crías, 30.31% son juveniles, 51.53% son hembras y 13.64% son machos adultos.

## CONCLUSIONES

En el ejido de Iliatenco, Guerrero, la densidad de venado cola blanca es baja, lo que se asocia a su cacería clandestina, a pesar de que se tuvo la tendencia a negar dicha actividad, por temor a que la información se use para sancionar a los cazadores. Sin embargo, la estructura de la población de venado, con un porcentaje alto de hembras y juveniles, indica que es viable realizar un manejo que permita la recuperación de la especie y su aprovechamiento sustentable. La población local posee conocimiento tradicional sobre la biología y el manejo de la especie, así como sobre el hábitat, el cual debe utilizarse como base para cualquier proyecto de aprovechamiento, manejo y conservación del venado cola blanca en el ejido.

**Cuadro 4.** Especies de la flora identificadas en el área de estudio.

Nombre Me'phaa	Nombre común	Nombre científico
Ndxáma xānā	Plátano de monte	<i>Musa ornata</i> Roxb
íxe gukú	Encino	<i>Quercus</i> spp. Linnaeus
Íxe ídu	Palma	<i>Adiantum</i> spp. Linnaeus
Xtí'ka i'gú	Pino ayacahuite	<i>Pinus strobus</i> Linnaeus
Xtí'ka	Pino ocote	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex. Schltdl
Íxe kanela	Árbol de canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> J. Presl
SN*	Helechos	<i>Dryopteris</i> spp. Adans
Yú' wā	Maguey	<i>Agave</i> spp. Linnaeus
Kafe	Café	<i>Coffea</i> spp. Linnaeus
SN*	Acacia	<i>Acacia</i> spp. Mill.
Nijna	Camalote	<i>Eichhornia crassipes</i> Mart Solms
SN*	Zarzamora	<i>Rubus fruticosus</i> Linnaeus
Rā xā	Pasto	<i>Aristida</i> spp. Linnaeus
Xkaá	Chocoyul	<i>Peperomia</i> spp. Ruiz & Pav.
SN*	Palo de Agua	<i>Dahlia imperialis</i> Ortgies
Íxe rúxuun	Nanche	<i>Byrsonima crassifolia</i> Linnaeus Kunth
Íxe thahūn	Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i> Ortega Sarg.
Íxe ina guiñaa	Laurel silvestre	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth
Nijinga	Petatillo	<i>Pteridium caudatum</i> Linnaeus Maxon
Íxe tsítu	Helecho arborescente	<i>Cyathea fulva</i> Martens & Gal.
Íxe xnaphú	Guarumbo	<i>Cecropia</i> spp. Loefl
Íxe xi'xa	Cacahuananche	<i>Licania arborea</i> Seem
Íxe xdudii xānā	Aguacate del monte	<i>Ocotea</i> spp. Standl

\* SN=no se tiene nombre en el idioma Me'Phaa.

## LITERATURA CITADA

- Becker D., Ghimire K. 2003. Synergy between traditional ecological knowledge and conservation science supports forest preservation in Ecuador. *Conservation Ecology* 8(1): 1.
- Charnley S., Fischer A.P., Jones E.T. 2007. Integrating traditional and local knowledge into forest biodiversity conservation in the Pacific Northwest. *Forest Ecology and Management* 246: 14-28.
- Ezcurra, E., Gallina S. 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in Northwester Mexico. *In: Deer Biology, Habitat Requirements, and Management in Western North America*. Ffolliott P. F., Gallina S. (Eds.) Instituto de Ecología, México. 238 p.
- Gallina-Tessaro S.A., Hernández-Huerta A., Delfín-Alonso C.A., González-Gallina A. 2000. Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación Ambiental* 1(2): 143-152.
- Guadarrama R. 2008. Descripción del hábitat y manejo del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en el sistema agrosilvopastoril de la mixteca poblana. Tesis de Maestría. Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Colegio de Postgraduados - Campus Puebla. Puebla, México. 99 p.
- Mandujano S., González-Zamora A. 2009. Evaluation of Natural Conservation Areas and Wildlife Management Units to support minimum viable populations of white-tailed deer in Mexico. *Tropical Conservation Science* 2(2): 237-250.
- Mandujano S., Rico-Gray V. 1991. Hunting, use, knowledge of the biology of the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus* Hays) by the Maya of Central Yucatán, México. *Journal of Ethnobiology* 11(2): 175-183.
- Medina G., Viveros C. 1991. Taxonomía, distribución y datos de los cérvidos, con especial atención al venado cola blanca. *In: Memorias del 2º curso de capacitación para profesionales en el manejo de la fauna silvestre, UNAM, AXCARM*, pp. 7-14.
- Pierotti R., Wildcat D. 2000. Traditional ecological knowledge: the third alternative (commentary). *Ecological Applications* 10(5): 1333-1340.
- Villarreal J. 2006. Venado cola blanca: manejo y aprovechamiento cinegético. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Monterrey, N.L., México. 401 p.

# ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA EN OVEJAS TROPICALES SUPEROVULADAS

## REPRODUCTIVE SEASONALITY IN SUPEROVULATED TROPICAL SHEEP

Juárez-Pérez, A.<sup>1</sup>; Domínguez-Rebolledo, Á.<sup>2\*</sup>; Pinzón-López, L.<sup>1</sup>; Aguilar-Urquiza, E.<sup>1</sup>; Rivera-Lorca, J.<sup>1</sup>; Ramón-Ugalde, J.P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Conkal. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Av. Tecnológico s/n, Conkal, Yucatán. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 25, antigua carretera Mérida-Motul. Mocochoá, Yucatán.

\*Autor de correspondencia: dominguez.alvaro@inifap.gob.mx

### ABSTRACT

**Objective:** Evaluate the effect of reproductive seasonality on superovulated tropical sheep.

**Desing/methodology/approach:** Twenty Pelibuey sheep were used, 10 in spring and 10 in autumn, with weight and average body condition of  $42.5 \pm 1.2$  kg and 3+, respectively; synchronized to estrus (13 days) by vaginal sponges with 20 mg of fluorogestone acetate (FGA) and a dose of 10 mg mL<sup>-1</sup> of prostaglandin F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ) on day 6. Superovulation was induced with 220 IU 10 mL<sup>-1</sup> of porcine follicle stimulating hormone (FSHp) intramuscular (IM) in eight decreasing doses (2, 2, 1.5, 1.5, 1, 1, 0.5, 0.5 mL) at intervals of 12 hours from day ten. The sponges were withdrawal on day 13 and 30 h after the withdrawal, an IM dose of 100  $\mu$ g of gonadotropin-releasing hormone (GnRH) was administired. The ovarian response (follicles and corpora lutea) developed during the seven days of sponge withdrawal by endoscopy. The results were analyzed by test  $\chi^2$ .

**Results:** The difference between the number of present and ovulated follicles was considered to be atresia follicles, apparently in tropical sheep a major atresia follicular ( $P < 0.05$ ) appears in spring with regard to the autumn (74 vs. 5).

**Study limitations/implications:** In superovulated tropical ewes, reproductive seasonality is not observed.

**Findings/conclusions:** A seasonal effect with higher follicular atresia is observed in spring (53.23 %) compared to autumn (5.43 %).

**Keywords:** Follicular atresia, follicles, seasonality.

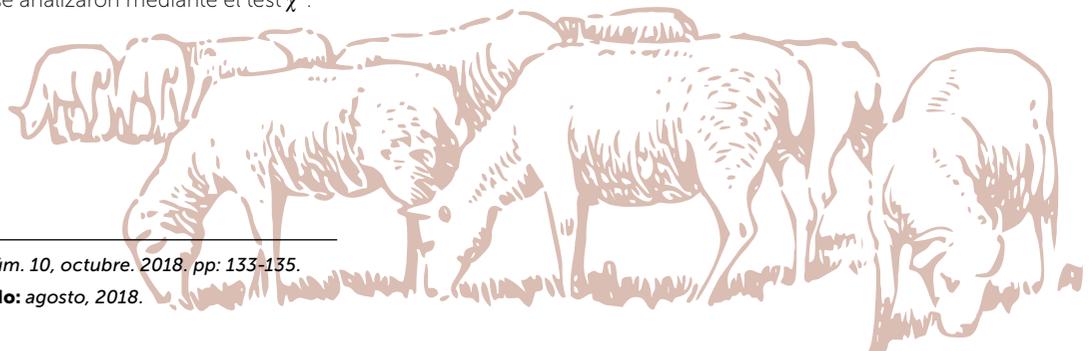
### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el efecto de la estacionalidad reproductiva sobre un tratamiento de estímulo superovulatorio en ovejas tropicales.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se utilizaron veinte ovejas Pelibuey, 10 en primavera y 10 en otoño, con peso y condición corporal promedio de  $42.5 \pm 1.2$  kg y 3+, respectivamente; sincronizadas al estro (13 días), mediante esponjas vaginales con 20 mg acetato de fluorogestona (FGA) y una dosis de 10 mg mL<sup>-1</sup> de prostaglandina F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ) el día 6. La superovulación se indujo con 220 UI 10 mL<sup>-1</sup> de hormona folículo estimulante porcina (FSHp) vía intramuscular (IM) en ocho dosis decrecientes (2, 2, 1.5, 1.5, 1, 1, 0.5, 0.5 mL) a intervalos de 12 h a partir del día diez. Las esponjas fueron retiradas el día 13 y a las 30 h de la retirada se aplicó una dosis IM de 100  $\mu$ g de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH). La respuesta ovárica (folículos y cuerpos lúteos) fue evaluada a los siete días de la retirada de las esponjas mediante endoscopia. Los resultados se analizaron mediante el test  $\chi^2$ .

**Agroproductividad:** Vol. 11, Núm. 10, octubre. 2018, pp: 133-135.

**Recibido:** mayo, 2018. **Aceptado:** agosto, 2018.



**Resultados:** La diferencia entre el número de folículos presentes y ovulados fue considerada como folículos atrésicos, al parecer en ovinos tropicales se presenta una significativamente mayor atresia folicular en primavera respecto al otoño (74 vs. 5).

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** En ovinos tropicales superovulados no se presenta estacionalidad reproductiva.

**Hallazgos/conclusiones:** En ovejas tropicales superovuladas existe un efecto estacional detrimental con una mayor atresia folicular en primavera (53.23 %) respecto al otoño (5.43 %).

**Palabras clave:** Atresia folicular, folículos, estacionalidad.

## INTRODUCCIÓN

La estacionalidad reproductiva de los ovinos ha sido ampliamente descrita (Chemineau, 1993); sin embargo, existe discrepancia acerca de si los ovinos de zonas tropicales son o no estacionales (De la Isla *et al.*, 2010), atribuyendo esta baja eficiencia reproductiva principalmente a factores de tipo nutricional en época de secas (Gastelum-Delgado *et al.*, 2015). En este sentido, el anestro estacional es conocido como una inactividad ovárica, mientras que la ausencia de estacionalidad es reconocida como una actividad cíclica. ¿Es posible que en ovinos tropicales exista una baja estacionalidad con actividad ovárica cíclica reducida, debido a un incremento de atresia folicular estacional, que tiene como consecuencia una menor eficiencia reproductiva?. Si esto es así, debería evidenciarse también en animales sometidos a un control y estímulo reproductivo. Por lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la estacionalidad reproductiva en un tratamiento de estímulo superovulatorio en ovejas tropicales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en primavera y otoño 2015, en el Centro de Selección y Reproducción Ovina (CeSyRO) del Instituto Tecnológico de Conkal, ubicado en el km 16.5 de la carretera Mérida-Motul, México, a 21° 02' longitud Norte y 89° 29' longitud Oeste, con clima tropical subhúmedo Aw<sub>0</sub>, temperatura media anual

de 26.5°C, precipitación total de 900 mm y a una altitud de 9 m (García, 1981).

El estímulo superovulatorio se realizó en 20 ovejas Pe-libuey, multiparas y secas. 10 en época no reproductiva (primavera) y 10 en reproductiva (otoño), con un peso vivo y condición corporal promedio de 42.5±1.2 kg y 3+, respectivamente, bajo condiciones de pastoreo con pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* (6 h·día<sup>-1</sup>) complementado con 300 g cabeza<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> de un concentrado comercial con 14 % proteína cruda.

Todas las ovejas fueron inducidas y sincronizadas al estro, durante 13 días, mediante esponjas vaginales (Chronogest<sup>®</sup>, Intervet) impregnadas con 20 mg de acetato de Fluorogestona (FGA) micronizada, y una dosis de 10 mg·mL<sup>-1</sup> de Prostaglandina F2α (PGF2α; Dynoprost, trometamina: Lutalyse<sup>®</sup>, Pfizer) administrada en forma intramuscular (IM) por la mañana del día 6.

La superovulación se indujo con 220 UI·10 mL<sup>-1</sup> de hormona folículoestimulante porcina (FSHp; Foltropin-V<sup>®</sup>, Bioniche) en ocho dosis decrecientes IM (2, 2, 1.5, 1.5, 1, 1, 0.5, 0.5 mL) cada 12 h a partir del día diez del tratamiento progestativo. Las esponjas vaginales fueron retiradas el día 13 de haber iniciado el tratamiento y a las 30 h de la retirada de las esponjas se aplicó una dosis IM de 100 µg de hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH; Fertagyl<sup>®</sup>, Intervet).

A los siete días de la retirada de las esponjas fueron evaluados folículos y cuerpos lúteos, mediante una endoscopia para determinar la respuesta ovárica, donde la diferencia entre el número de folículos presentes y aquellos que ovularon fueron considerados como atrésicos. Los resultados se analizaron usando la prueba  $\chi^2$  del paquete estadístico Statistix 9.0 (2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de la respuesta ovárica a un tratamiento de estímulo superovulatorio en dos estaciones.

**Cuadro 1.** Respuestas ováricas por estación en ovejas tropicales superovuladas.

Estación	Número de ovejas	Número promedio		Atresia folicular
		Folículos	Cuerpos lúteos	
Primavera	10	139 (17.3) <sub>a</sub>	65 (8.1) <sub>a</sub>	74 <sub>a</sub>
Otoño	10	92 (11.5) <sub>a</sub>	87 (10.8) <sub>a</sub>	5 <sub>b</sub>

a:b=P<0.05.

Es conocido que en tratamientos de estímulo superovulatorio se pierde el fenómeno de dominancia folicular; por el contrario, en condiciones normales dicho fenómeno persiste (Rosales-Torres y Guzmán-Sánchez, 2008). Aún sin haber diferencias entre el número de folículos reclutados en ambas estaciones, existe una mayor ( $P < 0.05$ ) atresia folicular en primavera (53.23 %) respecto al otoño (5.43 %). En condiciones normales, la atresia folicular puede suceder en cualquier etapa del desarrollo folicular; que un folículo ovule o sufra atresia, es determinado por el balance de señales que reciben sus células o debido a insuficientes receptores de membrana de hormona luteinizante (LH). Si el folículo mantiene su integridad y es seleccionado para la ovulación, el pico preovulatorio de LH desencadena una serie de eventos entre los que destacan el reinicio de la meiosis del ovocito y la diferenciación de las células de la granulosa y de la teca a células lúteas (Niswender et al., 2000; Demeestere et al., 2005). Sin embargo, al parecer en condiciones de superovulación este fenómeno de atresia folicular estacional no sólo persiste sino además se incrementa en primavera. Es conocido que en la época no reproductiva (primavera) la mayor parte de los pequeños rumiantes presentan inactividad reproductiva estacional (Chemineau, 1993); no obstante, en zonas tropicales los ovinos de pelo muestran un comportamiento reproductivo reducido respecto a la época reproductiva (otoño) (González-Stagnaro, 1993), de tal modo que en un proceso de estímulo superovulatorio en primavera, pese a que se evidencia un incremento en el reclutamiento folicular respecto a otoño, el fenómeno de atresia folicular también refleja un incremento en este mismo sentido. Un trabajo previo realizado en cuatro razas de ovinos tropicales (Dorper, Katahdin, Pelibuey y Blackbelly) superovuladas en primavera, mostró que dependiendo de la raza (prolífica y no prolífica), el estado ovárico (población folicular) previo al tratamiento, condiciona el nivel de respuesta superovulatoria (Dominguez et al., 2017).

## CONCLUSIÓN

Aunque en ovinos tropicales superovulados no se presenta estacionalidad reproductiva, se observa un efecto estacional detrimental con una mayor atresia folicular en primavera (53.23 %) respecto al otoño (5.43 %).

## AGRADECIMIENTO

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CONACYT Ciencia Básica 164592.

## LITERATURA CITADA

- Chemineau P. 1993. Medio ambiente y reproducción animal. Revista Mundial de Zootecnia 77: 14-42.
- De la Isla H.G., Ake L.J.G., Ayala B.A., González-Bulnes A. 2010. Efecto de la condición corporal y la época del año sobre el ciclo estral, estro, desarrollo folicular y tasa ovulatoria en ovejas Pelibuey mantenidas en condiciones de trópico. Veterinaria México 42: 167-175.
- Demeestere I., Centner J., Gervy C., Englert Y., Delbaere A. 2005. Impact of various endocrine and paracrine factors on *in vitro* culture of preantral follicles in rodents. Reproduction 130: 147-156.
- Dominguez-Rebolledo A., Vargas-Manzanero G., Alcaraz-Romero A., Quintal-Franco J., Baeza-Rodríguez J., Rivera-Lorca J., Ramón-Ugalde J. 2017. Follicular population at the onset of a superovulatory treatment and ovarian response in hair ewes. Romanian Biotechnological Letters 22: 12427-12431.
- García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (4ª edición ed.). México, D. F. FOCET Larios, S. A.
- Gastelum-Delgado M., Avendaño-Reyes L., Álvarez-Valenzuela F., Correa-Calderón A., Meza-Herrera C., Mellado M., Macías-Cruz U. 2015. Circannual estrus behavior in hair breed ewes under arid conditions of the northwestern Mexico. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 6: 109-118.
- González-Stagnaro C. 1993. Control del ciclo estral en ovejas y cabras en el medio tropical. Revista Científica FCV-LUZ 3: 211-229.
- Niswender G., Juengel J., Silva P., Rollyson M.K., McIntush E. 2000. Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum. Physiological Reviews 80: 1-29.
- Rosales-Torres A., Guzmán-Sánchez A. 2008. Apoptosis en la atresia folicular y la regresión del cuerpo lúteo. Revisión. Técnica Pecuaria México 46: 159-182.
- Statistix 9.0 for Windows. 2008. Analytical Software. Tallahassee, FL, USA.



# EL FRIJOL "CHAPARRO" (*Phaseolus vulgaris* L.) ENTRE LOS NA SAVI DE COPANATOYAC, GUERRERO, MÉXICO: APORTES A SU CONOCIMIENTO

## "CHAPARRO" BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) AMONG THE NA SAVI OF COPANATOYAC, GUERRERO, MEXICO: CONTRIBUTIONS TO ITS KNOWLEDGE

Solano-Rodríguez, A.<sup>1</sup>; Gil-Muñoz, A.<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>C.B.T.i.s. 178. Carretera Tlapa-Puebla km 1.8, Col. Pirámides de Contlalco, Tlapa de Comonfort, Guerrero, México. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla Núm. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México.

\*Autor para correspondencia: gila@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To summarize the knowledge that *Na savi* from the Municipality of Copanatoyac, Guerrero have on the agricultural management and traditional use of "Chaparro" bean (*Phaseolus vulgaris* L.).

**Design/methodology/approach:** We conducted the study in three towns from the Municipality of Copanatoyac. To gather information on agricultural practices, we applied a questionnaire to 36 peasants, while for bean uses within the production units, we interviewed 23 peasant women. We coded the responses and used descriptive statistics for their analysis. We wrote the corresponding descriptions based on the information obtained.

**Results:** Peasants cultivate "Chaparro" bean on fields not tilled the year before, located on hills or hillsides, under rainfed conditions and using landraces. The production process includes soil tilling, sowing, hilling, weeding and harvest, performed manually or with the help of animals. Grain yields are low because of abiotic, biotic and technological problems. The production is used for self-consumption, and occasionally some part of it is sold. The family eats beans 3-4 times in a week. We identified 12 recipes for bean preparation.

**Limitations of the study/Implications:** This was an exploratory study. Even though its results are valid only for the area of study, they demonstrate the existence of an important knowledge stock among those who cultivate and use "Chaparro" bean.

**Findings/conclusions:** The cultivation of "Chaparro" bean follows a logic of production in accordance with the environmental conditions that prevail in the region. Socially, this type of bean has a central role in the families' sustenance, and as a meal, it has a wide repertoire of recipes.

**Keywords:** Agriculture, indigenous, traditional knowledge.

## RESUMEN

**Objetivo:** Sistematizar el conocimiento existente entre los *Na savi* del municipio de Copanatoyac, Guerrero sobre el manejo agrícola y el aprovechamiento tradicional del frijol "Chaparro" (*Phaseolus vulgaris* L.).

**Diseño/metodología/aproximación:** El trabajo se condujo en tres comunidades del municipio de Copanatoyac. Para documentar las prácticas agrícolas, se aplicó un cuestionario a 36 agricultores, en tanto que para el aprovechamiento del frijol por las unidades de producción, se entrevistó a 23 mujeres campesinas. Las respuestas obtenidas se codificaron y se analizaron con técnicas de estadística descriptiva. Con la información generada se procedió a realizar las descripciones correspondientes.

**Resultados:** El frijol "Chaparro" se produce en terrenos "descansados", cerriles o de lomerío, bajo temporal y usando semilla criolla. El proceso de producción incluye la preparación de terreno, siembra, aporques, deshierbes y cosecha, realizadas manualmente o con el apoyo de tracción animal. Debido a problemas abióticos, bióticos y tecnológicos, los rendimientos son bajos. La producción se destina al autoconsumo y ocasionalmente se vende alguna fracción. El frijol se consume de 3-4 veces por semana. Se identificaron 12 formas de preparación.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** El presente fue un estudio exploratorio. Aun cuando los resultados del trabajo sólo son válidos para el área estudiada, evidencian la existencia de un acervo de conocimiento importante sobre el frijol "Chaparro" por parte de quienes lo cultivan y aprovechan.

**Hallazgos/conclusiones:** El cultivo del frijol "Chaparro" sigue una lógica de producción acorde con las condiciones ambientales de la región. Socialmente desempeña un papel central en el sustento familiar y como alimento exhibe una amplia gama de modalidades de preparación.

**Palabras Clave:** Agricultura, conocimiento tradicional, indígenas.

con poblaciones campesinas mestizas, quienes han generado tal variabilidad a través de procesos de selección, diversificación, innovación, intercambio, adaptación, mejoramiento genético, uso y manejo.

En el estado de Guerrero, el frijol ocupa el sexto lugar en superficie sembrada, con un promedio anual de 15,421 ha (periodo 2005-2015), las cuales generan un total de 11,155 t de grano por año (SIAP, 2017). Al igual que en otros estados, aquí también existe una gran diversidad de variedades y tipos de frijol en cuanto a color, tamaño y hábito de crecimiento. Tal variabilidad es producto de la amplia diversidad climática y edáfica que hay en la entidad, y del trabajo de los diversos grupos étnicos que aún perviven en el estado, entre los que sobresalen los *Nahuas*, *Na savi* (mixtecos), *Me'pháá* (tlapanecos) y *Nanncue ñomndaa* (amuzgos) —aparte de los mestizos—; los tres primeros, habitantes mayoritarios de la región de la Montaña de Guerrero (Martínez, 2008). La principal actividad económica de los *Na savi* es la agricultura de temporal, en la cual el cultivo de frijol forma parte de las estrategias de sobrevivencia de las familias campesinas (García, 2009). Para los *Na savi* de Copanatoyac, uno de los tipos de frijol más importantes es el frijol "Chaparro", llamado así por el tamaño pequeño del grano. Considerando que a la fecha no existe un solo trabajo que documente las prácticas de manejo agronómico y el aprovechamiento de este frijol en las unidades de producción familiar de dicho municipio, fue que se planteó el presente trabajo, buscando con ello rescatar y sistematizar el conocimiento tradicional asociado a dicho cultivo.

## INTRODUCCIÓN

Entre las especies vegetales que México brindó al mundo se encuentran las que formaron parte de la triada que se cultivaba en la milpa: el maíz (*Zea mays* L.), las calabazas (con cuatro especies), y el frijol (Linares y Bye, 2015). De este último, en el país existen cinco especies comestibles, una de las cuales es el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Vargas *et al.* (2008) detallan que México es uno de los centros de origen y domesticación de esta especie, para la cual existe una amplia variabilidad genética, como lo evidencian las 6,884 accesiones mexicanas resguardadas en el Banco de Germoplasma de Frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Respecto a la diversidad vegetal presente en el país, Boege (2008) menciona que una proporción importante se encuentra concentrada en estados como Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Guerrero y Michoacán, los cuales también tienen la mayor presencia de pueblos indígenas. Agrega que en el caso de las especies cultivadas, son estos grupos, junto

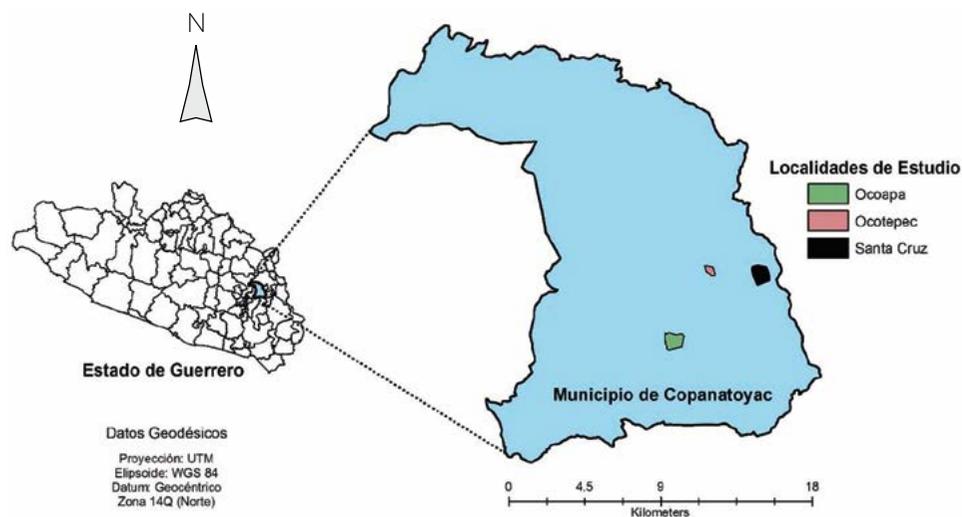
## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de Estudio:** El trabajo se desarrolló durante el año 2007 en tres localidades del municipio de Copanatoyac, Guerrero: Ocoapa, Ocoatepec y Santa Cruz (Figura 1). El municipio se ubica entre los 17° 20' y 17° 33' LN y los 98° 35' y 98° 51' LO, a altitudes de entre 1,100 y 2,900 m (INEGI, 2010). Los climas predominantes en el 80 % de su superficie son variantes del semicálido subhúmedo con lluvias en verano; los suelos más comunes son los leptosoles (61 %), regosoles (19 %) y phaeozem (14 %).

**Sistematización del proceso de producción:** Para esta parte del estudio, primeramente se realizaron recorridos de campo para identificar agricultores que cultivaran frijol "Chaparro", logrando contactar a 36. Recurriendo a la técnica de entrevista dirigida (Rojas, 2013), a todos se les aplicó un cuestionario con 85 preguntas, abarcando los siguientes temas: información general del agricultor; actividades agrícolas desarrolladas; semilla empleada en la producción de frijol; manejo agronómico del frijol; procesamiento poscosecha y destino de la producción. Con la información obtenida y con el apoyo de estadística descriptiva, se detalló el proceso de producción.

### Documentación del aprovechamiento del frijol en las unidades de producción familiar:

Para esta fase se contó con el apoyo de 18 esposas de agricultores más cinco voluntarias, quienes accedieron a informar acerca del uso del frijol "Chaparro" en sus familias. A todas se les aplicó un cuestionario que permitió captar datos sobre el destino de la producción de frijol, las preferencias de consumo, los usos alimenticios a los cuales se destina el grano, y las



**Figura 1.** Ubicación de las localidades de estudio. Fuente: Elaboración a partir de Estadísticas Censales a Escalas Geoelectorales (INEGI - IFE, 2012). Elaboró: Dr. Nicolás Pérez Ramírez.

formas de preparación más usuales. Las respuestas se codificaron y a partir de ellas se efectuó la descripción correspondiente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### I. Características generales del frijol "Chaparro"

El frijol "Chaparro" es una planta de hábito de crecimiento determinado (Figura 2), del tipo conocido comúnmente como frijol de mata (esto es, que no desarrolla guías largas que trepen). Su grano es de color negro (Figura 2); las mediciones hechas bajo condiciones controladas en 20 poblaciones colectadas en la región indicaron que una planta produce un promedio de 8.9 a 16.7 g de grano; que el peso de 100 semillas osciló entre 15.1 y 20.6 g y que en cuanto a dimensiones, el grano midió de 8.95 a 10.09 mm de largo, 5.58 a 6.65 mm de ancho y 3.92 a 4.62 mm de espesor. De acuerdo a la clasificación propuesta por van Schoonhoven y Pastor-Corrales (1987) estas poblaciones se catalogan como de semilla pequeña, pues el peso de 100 semillas fue menor a 25 g, confirmando así la razón principal por la cual a este frijol se le denomina "Chaparro". Este frijol



**Figura 2.** Cultivo y semilla de frijol "Chaparro" (*Phaseolus vulgaris* L.); Montaña de Guerrero, México.

es altamente valorado por ser un componente importante en la alimentación diaria, además de presentar un cocimiento rápido y sabor agradable. Por otra parte, se menciona que es un grano de fácil venta debido a que es demandado.

### II. Características generales de los agricultores

De los 36 entrevistados, el 97 % fueron hombres y el 3 % mujeres; sus edades oscilaron entre 38 y 75 años, con una media de 56 años. El 64 % no cuenta con instrucción alguna y el resto cursó entre primero y sexto grado de primaria. Todos hablan *Tu'un savi* (mixteco) y un 69 % también habla español. El tiempo que llevan como agricultores varió entre 20 y 60 años.

Por otra parte, las mujeres entrevistadas tuvieron entre 29 y 71 años, con una media de 49 años; la gran mayoría (82 %) no tuvo estudio alguno; un 91 % habla *Tu'un savi* (mixteco) y un 9 % es trilingüe. Con respecto a las familias, éstas son numerosas (un 78 % está integrada por seis o más personas); un 65 % de ellas tiene entre 3 y 4 hijos menores de 18 años y un 70 % tiene 3 o más integrantes mayores de 18 años.

### III. Proceso de producción del frijol "Chaparro"

Las actividades que integran el proceso de producción del frijol "Chaparro", así como los períodos en los cuales se llevan a cabo, y su frecuencia se presentan en el Cuadro 1.

Las actividades del Cuadro 1 se describen a continuación.

**Preparación del terreno.** Para producir frijol "Chaparro", los agricultores prefieren terrenos "descansados" (esto es, que no fueron sembrados en años previos), pues en su opinión ello permite que el suelo "recupere su fuerza" y así rinda más el cultivo. El tiempo de descanso de un terreno va de uno a cuatro años, aunque lo más común (84 % de los casos) fue de un año. La mayor parte de los terrenos sembrados son cerriles (58 %) o de lomerío (25 %). Las labores de preparación de terreno son la roza, la roturación de suelo y el surcado. La roza consiste en el corte de la vegetación (con machete recto o curvo –"garabato"-) que haya crecido en el terreno por cultivar. La roturación se realiza con yunta, y sirve para "abrir" el suelo, eliminar arvenses y/o retirar los tallos trozados que quedaron de la roza y para realizar un surcado preliminar (Figura 3). Finalmente, para surcar se utiliza un arado de palo tirado por la yunta (Figura 3). De acuerdo con Martínez (2009), las prácticas previamente descritas corresponden al sistema agrícola de "tlacolol", predominante entre la población indígena, el cual se efectúa en las laderas de los cerros previamente desmontados.

**Siembra.** Las fechas en las cuales se realiza ésta corresponden al período en el cual ya se han establecido las lluvias. Todos los productores usan semilla criolla (poblaciones nativas), principalmente por su adaptación al medio; razón frecuentemente mencionada por los campesinos que siembran bajo condiciones de temporal (Guillén-Pérez *et al.*, 2002). Los lotes de semilla que utilizan fueron heredados de sus abuelos (42 %) o padres (28 %), o conseguidos con sus vecinos (30 %), y son mantenidos por períodos que oscilan entre 3 y 60 años. Todos los

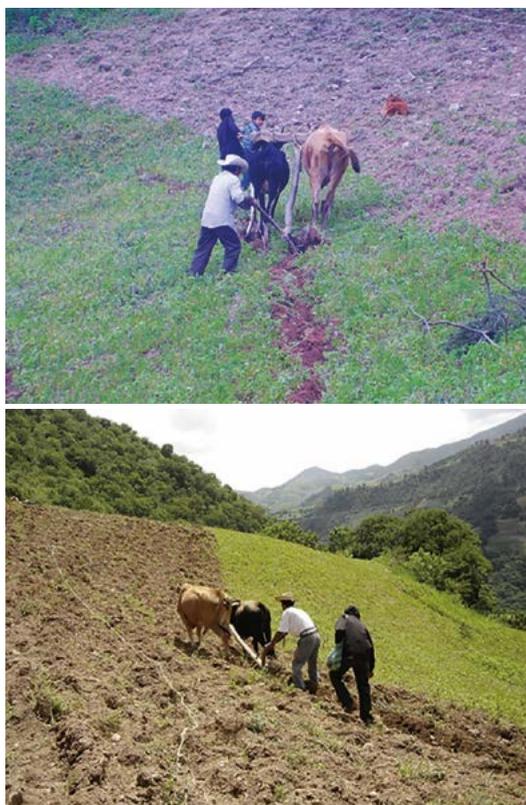
**Cuadro 1.** Actividades que integran el proceso de producción de frijol "Chaparro" entre los *Na Savi* de Copanatoyac, Guerrero.

Actividad	Periodo	Frecuencia (%)
Preparación del terreno (Roza, Roturación, Surcado)	Segunda quincena de junio	3
	Primera quincena de julio	8
	Segunda quincena de julio	64
	Primera quincena de agosto	25
Siembra	Tercera semana de julio	19
	Última semana de julio	50
	Primera semana de agosto	28
	Entre julio y agosto	3
Aporque/Deshierbe	Un mes después de la siembra	100
Cosecha (Arrancado, Amontonado, Acarreado, Majado, Limpieza)	Primera quincena de noviembre	61
	Segunda quincena de noviembre	17
	Primera quincena de diciembre	22

productores siembran a chorri- llo; para ello, el sembrador va detrás de la yunta, tirando la se- milla (Figura 3); ésta se tapa con la tierra que empuja el arado cuando la yunta viene abriendo el surco de regreso. La profun- didad de siembra es de entre 5 y 10 cm. La cantidad de semilla empleada por hectárea es muy variable, pero lo más frecuente (53 % de los casos) fue entre 22 y 30 kg.

**Labores de cultivo.** Consisten básicamente en el control de malezas, el cual se realiza apro- ximadamente un mes después de la emergencia del frijol, uti- lizando un instrumento deno- minado gancho (*ki-i en Tu'un Savi*). En ese momento también se hace un aporque al cultivo. El uso de fertilizantes es prác- ticamente nulo; de los 36 agri- cultores entrevistados, sólo tres dijeron aplicarlos (dos emplearon sulfato de amonio y uno un fertilizante foliar). Entre las principales razones para no utilizarlos estu- vieron: no lo acostumbran (47 %), no tienen dinero para comprarlo (18 %), no se requiere (12 %) y no sabe usarlos (6 %).

**Cosecha.** La cosecha se realiza una vez que las plan- tas y sus vainas están secas, e implica varias actividades: arrancado, amontonado, acarreado, majado y limpieza del grano. El arrancado se realiza por la mañana, cuan- do las vainas están frescas y correosas, para evitar que se desgranen; el amontonado consiste básicamente en hacer montones de plantas arrancadas, a fin de que ter- minen de secarse, en tanto que el acarreo no es más que el traslado de los montones hacia el sitio donde se realizará el majado. El majado —trilla manual a golpe de vara— se realiza alrededor del mediodía en dos etapas: pisado y vareado. El pisado tiene por objeto liberar el gra- no de las vainas más secas, evitando así éste “brinque” al varear. El vareado se hace con alguna vara de rama fres- ca o seca. Finalmente, el grano se limpia aprovechando el viento vespertino; se guarda en costales de rafia o ixtle. En el año en el que se condujo el estudio (2007), el rendimiento de grano reportado por los agricultores



**Figura 3.** Diferentes momentos de la roturación de sue- lo y siembra de frijol “Chaparro” (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Montaña de Guerrero, México.

varió de 0 a 864 kg ha<sup>-1</sup>; 49 % de los productores obtuvo 162 kg ha<sup>-1</sup>; 26 % alcanzó los 216 kg ha<sup>-1</sup> y sólo 26 % obtuvo ren- dimientos entre 230 y 864 kg ha<sup>-1</sup>. En la gran mayoría de los casos no se alcanzó ni siquiera el rendimiento promedio estatal para frijol, que es de 720 kg ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2017). Al respecto, Martí- nez (2009) menciona que dos de las características de la agri- cultura practicada en la región de la Montaña de Guerrero son sus bajos rendimientos (en par- te por desarrollarse en áreas cat- alogadas como no aptas para tal actividad y por la reducción en los tiempos de descanso de la tierra) y el ser básicamente de autoconsumo.

### Almacenamiento y destino de la producción

Para almacenar la producción se usan costales de rafia (61 %) o ixtle (31 %), u otros ma- teriales (8 %), como petates, botes metálicos o de plás- tico. De los entrevistados, 60 % no usó producto alguno para conservar el grano; quienes sí los emplearon, ocu- paron Malatión en polvo o fosfuro de aluminio (pastillas) u otros productos no precisados. Respecto al destino de la cosecha, todos la emplearon para el autoconsumo, aunque algunos mencionaron destinar alguna parte a la venta con vecinos de la comunidad, en el mercado de Tlapa o en el municipio de Xalpatláhuac, a precios que van desde 13 hasta 17 pesos el kilogramo.

### Problemática identificada

La producción de frijol “Chaparro” no está exenta de di- ficultades. Los cuestionarios revelaron que se enfrentan problemas causados por factores de estrés abióticos y bióticos, así como tecnológicos. Entre los primeros, se mencionaron las sequías (65 %), granizadas (15 %) heladas (15 %) y vientos (5 %). Entre los segundos, des- tacaron las plagas y enfermedades. Es de destacar que todos los agricultores dijeron que el cultivo es atacado por insectos nocivos, y señalaron como los principa- les a la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) y la conchuela (*Epilachna varivestis*). Con respecto a las enfermeda- des, 98 % mencionó que su cultivo fue atacado por las

mismas, y aun cuando no pudieron precisar cuáles eran las que los habían afectado, indicaron síntomas como enchinamiento de las hojas, marchitez o secamiento de la planta, enmielado sobre las hojas, amarillamiento o blanqueamiento de las hojas y el chahuixtle. Es probable que se trate de virosis (caso del enchinamiento), ataque de hongos de la raíz y follaje y, en el caso del enmielado, de afectación por pulgones. A pesar de la presencia de estos problemas, el porcentaje de productores que los controlan es bajo; para las plagas, sólo el 39 % aplicó un insecticida, y en el caso de las enfermedades, únicamente el 11 %. Las razones de ello fueron en parte técnicas (desconocimiento de cómo controlarlas, falta de asesoría), pero también económicas, pues no cuentan con recursos suficientes para comprar los agroquímicos.

#### IV. Destino del frijol "Chaparro" en la unidad doméstica

Según las entrevistadas, el frijol que llega a la unidad familiar se emplea para el autoconsumo, semilla, venta y, en algunos casos, el trueque. Para el consumo anual, un 59 % de las familias guarda 54 kg; un 27 %, 108 kg, y el resto, cantidades variables (30, 162 y 216 kg). Para semilla, generalmente se reservan entre 22.5 y 27 kg, mientras que en aquellos casos donde se vende (52 %), las cantidades reportadas oscilaron entre los 54 y 216 kg. La venta ocurre una o dos veces por año. Sólo una familia realiza trueque, intercambiando 4.5 kg en un solo evento.

#### V. Hábitos de consumo del frijol "Chaparro"

La frecuencia de consumo llega a ser de 3 a 4 veces por semana (91 % de los casos). En cada ocasión se prepara entre 150 y 300 g (17 % de los casos), 375 g (70 %) y 750 g (13 %), las cantidades mayores correspondieron a las familias más grandes. A la pregunta de si el frijol cosechado alcanzaba para cubrir las necesidades familiares hasta la siguiente cosecha, un 83 % contestó afirmativamente; quienes dijeron que no era suficiente, declararon que lo complementaban con el consumo de hierbas comestibles u otros alimentos, o con otros tipos de frijol. En relación con esto último, en un municipio cercano, Solano *et al.* (2009) reportaron la existencia de cinco tipos de frijol (con base en color de grano): negros, rojos, blancos, rayados y barrocos, y señalaron que el

negro es el predominante por la demanda que existe del mismo.

#### VI. Platillos preparados

En la Figura 4 se presentan las 12 formas más comunes de preparación del frijol "Chaparro". Las tres más extendidas fueron frijol batido, frijol remolido y frijol martajado. A continuación, se describen brevemente los primeros dos platillos; el resto pueden consultarse en Solano (2010). Los pasos involucrados en la preparación de frijol batido son: 1) Medir la cantidad de frijol a preparar; 2) Limpiar el grano de todo material extraño; 3) Lavar con agua limpia el frijol y la olla en la cual se pondrá a cocer; 4) En la olla, agregar grano y agua para cocimiento y poner al fuego; 5) Revisar cocimiento y agregar sal como saborizante, 6) Preparar una mezcla de chile molido que servirá como condimento y saborizante (paso opcional); 7) Agregar especias (hierba santa, epazote, etc.) como aromatizantes; 8) Realizar el batido, esto es, deshacer con una cuchara de madera el grano cocido, el cual queda mezclado con el caldo producto del cocimiento; 9) Dejar que la mezcla dé un último hervor para que el platillo tome el color, sabor, aroma y sazón característicos. En el caso del frijol remolido, los pasos 1 y 2 son iguales; posterior a ellos, el frijol se tuesta en un comal de barro, después de lo cual se muele en seco en el metate hasta obtener un polvo fino; en paralelo, se pone agua a hervir. Después, el polvo de frijol se agrega poco a poco al agua hirviendo, moviendo la mezcla para evitar que se formen grumos; se agrega sal, chile rojo molido (al gusto), condimentos y se espera a que ocurra el cocimiento final.

Un último aspecto que conviene resaltar es que todas las campesinas dijeron preferir el frijol "Chaparro" para

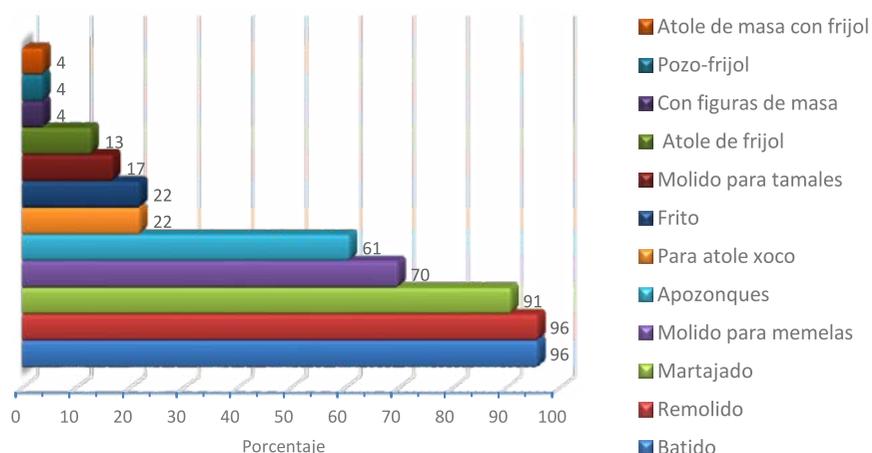


Figura 4. Formas de guisar el frijol "Chaparro" y frecuencia en la cual cada uno es preparado por las mujeres campesinas de Copanatoyac, Guerrero.

preparar sus comidas debido a su buen sabor, el color del caldo y a su rápido cocimiento.

## CONCLUSIONES

Entre los indígenas *Na savi* de Copanatoyac, Guerrero, el frijol "Chaparro" se cultiva bajo una lógica de producción acorde con las condiciones ambientales de la región, aunque enfrenta problemas fitosanitarios y técnicos que afectan su producción. No obstante lo anterior, representa un componente esencial en la alimentación de la familia campesina y presenta una amplia gama de modalidades de preparación.

## LITERATURA CITADA

- Boege E. 2008. El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Instituto Nacional de Antropología e Historia y Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México.
- García L.J. 2009. Oralidad de los na savi de La Montaña. En: Programa Universitario México Nación Multicultural-UNAM y Secretaría de Asuntos Indígenas del Gobierno del Estado de Guerrero. Estado del Desarrollo Económico y Social de los Pueblos Indígenas de Guerrero. PUMM-UNAM. México, D. F. pp. 485-488.
- Guillén-Pérez L.A., Sánchez-Quintanar C., Mercado-Domenech S., Navarro-Garza H. 2002. Análisis de atribución causal en el uso de semilla criolla y semilla mejorada de maíz. *Agrociencia* 36: 377-387.
- INEGI. 2010. Compendio de información geográfica municipal 2010. Copanatoyac, Guerrero. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/compendio.aspx>
- INEGI – IFE. 2012. Estadísticas censales a escalas geoelectorales. Censo de Población y Vivienda 2010. <http://gaia.inegi.org.mx/geoelectoral/viewer.html>
- Linares E., Bye R. 2015. Flora que ha aportado México al mundo. *Arqueología Mexicana* 22: 52-59.
- Martínez R.M.O. 2008. La Montaña de Guerrero. Una redefinición. *Oxotitlán* 2: 12-21.
- Martínez R.M.O. 2009. Economía y Reproducción Social. En: Programa Universitario México Nación Multicultural y Secretaría de Asuntos Indígenas del Gobierno del Estado de Guerrero. Estado del Desarrollo Económico y Social de los Pueblos Indígenas de Guerrero. México. pp. 151-185.
- Rojas S.R. 2013. Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés Editores. México, D. F.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017. Producción Agrícola. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Solano C.F., Díaz R.R., Jacinto H.C., Aguirre Á.L., Huerta de la P.A. 2009. Prácticas agrícolas, descripción morfológica, proteínica y culinaria del grano de cultivares de frijol sembrados en la región de Tlatzala, Guerrero. *Ra Ximhai* 5: 187-199.
- Solano R.A. 2010. Conocimiento tradicional sobre el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) "chaparro" entre los indígenas Na Savi del Municipio de Copanatoyac, Gro. Tesis de Maestro Tecnólogo en Desarrollo Sostenible de Zonas Indígenas. Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Puebla, Puebla.
- Van Schoonhoven A., Pastor-Corrales, M.A. 1987. Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol. CIAT. Cali, Colombia. 56 p.
- Vargas-Vázquez M.L.P., Muruaga-Martínez J.S., Pérez-Herrera P., Gill-Langarica H. R., Esquivel-Esquivel G., Martínez-Damián M.Á., Rosales-Serna R., Mayek-Pérez N. 2008. Caracterización morfoagronómica de la colección núcleo de la forma cultivada de frijol común del INIFAP. *Agrociencia* 42: 787-797.





## ORGANIZACIÓN DE UNA COMUNIDAD INDÍGENA: PÁSCALA DEL ORO, SAN LUIS ACATLÁN, GUERRERO, MÉXICO

## ORGANIZATION OF AN INDIGENOUS COMMUNITY: PÁSCALA DEL ORO, SAN LUIS ACATLÁN, GUERRERO, MÉXICO

Carranza-Aburto, H.<sup>1</sup>; Olvera-Hernández, J.I.<sup>1\*</sup>; Guerrero-Rodríguez, J. D.<sup>1</sup>; Aceves-Ruiz, E.<sup>1</sup>;  
Álvarez-Calderón, N.M.<sup>1</sup>; Vargas-López, S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205 Santiago Momoxpan, Municipio San Pedro Cholula, Puebla, México.

\*Autor de correspondencia: joseisabel@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To know and analyze the organization and election of the authorities of Páscala del Oro, municipality of San Luis Acatlán, Guerrero.

**Methodology:** A questionnaire was applied to 30 people over 18 year-old using the snowball technique. The organization structure of the community, election of authorities, participation and decision making was investigated. The information was analyzed using descriptive statistics.

**Results:** It was found that in addition to the Commissariat and Commissariat of Communal Property, there are eleven community support committees: stewardship, truck, backhoe, potable water, health, electric power, drainage, primary, secondary and high school and, committee of the DICONSA store. They are elected at the general assembly, where the community members have the decision making, leaving the rest of the population aside. The Commissioner and the members of the committees remain in the position for one year, while the Commissariat for Communal Property stay for three. 87% considered that the authorities are responsible for the activities carried out in the community.

**Study limitations:** The results can not be generalized to other communities, given that it was a study aimed at key informants.

**Conclusions:** Participation and decision making focuses on community members; the interviewees are not clear about how the election of the authorities is carried out, the time of responsibility in the position and the penalties for non-compliance. Therefore, it is important to encourage the participation of women, young people and men who want to be representatives of the community.

**Keywords:** Election of authorities, decision making, uses and customs.

## RESUMEN

**Objetivo:** Conocer y analizar la organización y elección de las autoridades de Páscala del Oro, municipio de San Luis Acatlán, Guerrero.

**Metodología:** Se aplicó un cuestionario a 30 personas mayores de 18 años mediante la técnica bola de nieve. Se indagó la estructura de organización de la comunidad, elección de autoridades, participación y toma de decisiones. La información se analizó mediante estadísticos descriptivos.

**Resultados:** Se encontró que además del Comisario y Comisariado de Bienes Comunales, existen once comités de apoyo en la comunidad: mayordomía, de camión, retroexcavadora, agua potable, salud, energía eléctrica, drenaje, escuela primaria, secundaria y preparatoria y, comité de la tienda DICONSA. Son elegidos en la asamblea general, en dónde los comuneros tienen la toma de decisiones, dejando al margen el resto de la población. El Comisario y los miembros de los comités permanecen en el cargo un año, el Comisariado de Bienes Comunales tres. El 87% consideró que las autoridades son los responsables de las actividades que se realizan en la comunidad.

**Limitaciones de estudio:** Los resultados no se pueden generalizar a otras comunidades, dado que fue un estudio dirigido a informantes clave.

**Conclusiones:** La participación y toma de decisiones se centra en los comuneros; los entrevistados no tienen claro de cómo se realiza la elección de las autoridades, el tiempo de responsabilidad en el cargo y las sanciones por incumplimiento. De manera que es urgente fomentar la participación de mujeres, jóvenes y hombres que quieran ser representantes de la comunidad.

**Palabras clave:** Elección de autoridades, toma de decisiones, usos y costumbres.

los partidos políticos, los candidatos son propuestos y analizados de manera previa por el Consejo de Ancianos o Principales y elegidos en asamblea comunitaria. Para ser elegido, es necesario haber cumplido diferentes cargos, poseer pleno conocimiento sobre la organización social, las necesidades de los habitantes y una amplia visión para resolver los problemas comunitarios.

De acuerdo con Dehouve (2001), la forma de impartir justicia en las comunidades indígenas es mediante usos y costumbres en dos formas, de carácter civil, que le corresponde al Comisario Municipal, y la de carácter comunal, que está a cargo del Comisariado de Bienes Comunales y Consejo de Vigilancia. La primera atiende los problemas de: deudas de dinero, matrimoniales y cualquier conflicto entre vecinos. Cuando se presenta un asesinato o violación, el Comisario ordena el arresto del culpable para turnarlo al Ministerio Público, según corresponda (Martínez, 2000). La segunda, resuelve problemas de expropiación de tierras, corte de árboles, quema de bosque y "tlacolol" (roza-tumba-quema) entre otras.

La justicia indígena es un ejemplo de cómo los pueblos originarios aseguran de dar a cada miembro de la comunidad lo que le toca, según sus costumbres y concepciones de lo justo, resolviendo así sus conflictos internos para garantizar la convivencia entre la gente (Santiago, 2010). Es un sistema jurídico que se ha construido gradualmente para solucionar casos particulares, también se conoce como sistemas "consuetudinarios", una característica que se contraponen al sistema positivo (Navarrete, 2008). No se puede castigar con principios de derecho positivo

## INTRODUCCIÓN

Los usos y costumbres de las comunidades indígenas están plasmados en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. El artículo 4º señala que "la Ley protegerá y promoverá el desarrollo de las lenguas, culturas, usos y costumbres, recursos y formas específicas de organización social de los pueblos indígenas". Las comunidades rurales e indígenas recurren a ellos por decisión propia y mediante una asamblea comunitaria optan por la renovación de sus órganos de gobierno (Canedo, 2008). Sin embargo, cada comunidad tiene usos y costumbres definidos para llevar a cabo las actividades de la misma y mantener una relación cordial entre sus habitantes de participación y solidaridad, evitando el conflicto entre los pobladores. Al respecto, la evidencia empírica de cómo se organizan las comunidades mediante los sistemas normativos de usos y costumbres es escasa; además, el conocimiento de quien toma las decisiones en proceso es incipiente.

Tradicionalmente, cada comunidad indígena ha tenido sus propias autoridades de acuerdo con las costumbres locales (Navarrete, 2008). No intervienen

a aquellos que desconocen la Ley (Rodríguez y Mora, 2005).

Con base en la información anterior, Páscala del Oro es una comunidad indígena que se rige por usos y costumbres, de manera que el presente trabajo se enfocó a conocer y analizar la forma de su organización comunitaria, su elección de autoridades y participación y toma de decisiones. El presente escrito describe la organización interna de la comunidad, el proceso de elección de las autoridades y quien toma las decisiones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Páscala del Oro pertenece al municipio de San Luis Acatlán. Se localiza en la región Costa Chica del estado de Guerrero. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas 17° 05' 00" y 17° 57' 30" de latitud norte; 98° 47' 30" y 98° 52' 30" de longitud oeste. Es una comunidad indígena con predominio del grupo Me Phaa (Tlapaneco), con alto grado de marginación y donde el 87% de la población se dedica a las actividades del sector primario. Sus servicios son escasos, principalmente drenaje, electrificación y agua potable. La población objetivo de la investigación fueron los habitantes de la comunidad. Se aplicó un cuestionario a 30 personas (hombres y mujeres mayores de 18 años), mediante la técnica bola de nieve hasta conseguir la muestra total (Torres y Paz, 2011). Se indagó sobre la estructura de la organización de la comunidad, elección de autoridades, participación y toma de decisiones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Autoridades y Comités

La organización interna de Páscala del Oro la conforma el Comisario Municipal, el Comisariado de Bienes Comunales, el Consejo de Vigilancia y diferentes Comités (Figura 1). Como lo menciona Reyes (2001), la estructu-

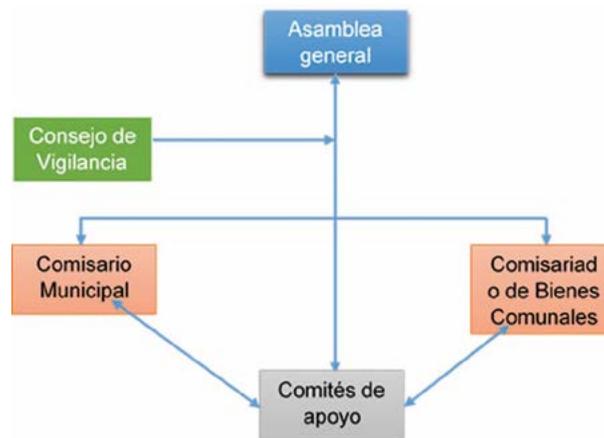
ra de una organización depende de las relaciones que deben existir entre las funciones, niveles y actividades de un organismo social para lograr su eficiencia de los planes y objetivos comunitarios.

El Comisario Municipal está integrado por un secretario, regidor y policía civil. El Comisariado de Bienes Comunales y el Consejo de Vigilancia por un secretario y tesorero. Los Comités de apoyo a la Autoridad y comunidad lo integran de dos a seis personas, según sea el caso.

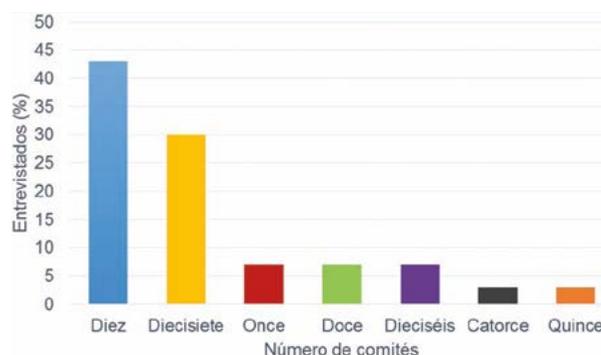
El 100% de los entrevistados mencionó que el Comisario dura un año en su cargo y el 96.7% que el Comisariado de Bienes Comunales y el Consejo de Vigilancia se cambia cada tres años, congruente con lo que establece la Ley Agraria.

Respecto a los comités de apoyo, más del 43% señaló que existen diez; mientras que el 30% mencionó diecisiete (Figura 2), de manera que los entrevistados no tienen claro el número de comités y conocen los que

son de su interés. En la comunidad, estructuralmente existen once comités que tienen que ver con todas las actividades; comités de mayordomía, camión, retroexcavadora, agua potable, salud, energía eléctrica, drenaje, escuela primaria, escuela preparatoria y DICONSA. Otros se forman temporalmente para atender una demanda específica de la población, e.g. DIF, escuelas, basura, etc. (comunicación personal del Comisario de la comunidad). Los entrevistados piensan que el número de personas que integran cada comité, puede ser variable. El 53.3% mencionó que de cuatro a seis personas, 40% de una a tres y el 6.7% más de seis. Lo cierto es que la mayoría de los comités están formados por tres personas (información personal del Comisario).



**Figura 1.** Estructura orgánica comunitaria de Páscala del Oro, San Luis Acatlán, Guerrero, México.



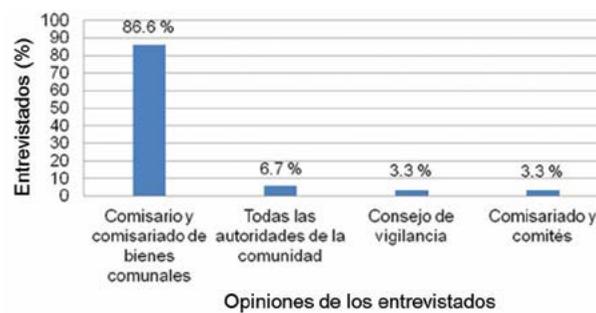
**Figura 2.** Opinión sobre número de comités de Páscala del Oro, San Luis Acatlán, Guerrero, México.

Las personas responsables de cada comité duran en el cargo un año.

El Comisario y Comisariado de Bienes Comunales son los responsables de organizar cualquier actividad que se realiza en la comunidad (Figura 3). Al respecto, el 56.7% y 43.3% de los entrevistados calificaron de bueno a regular al Comisario y al Comisariado de Bienes Comunales respectivamente, el nivel de organización para realizar las actividades en la comunidad. Para el caso de los comités, el 53.3% de los entrevistados calificó como bueno las actividades que realizan en la comunidad y 46.7% como regular.

En la toma de decisiones, el 63.3% indicó que lo hace la asamblea general, 26.7% dijo que el Comisario y Comisariado de Bienes Comunales y el 10% que sólo el Comisario. "La toma de decisión lo hace la Asamblea para cualquier actividad que se realiza en la comunidad" (comunicación personal de Esteban de 74 años, habitante de la comunidad). El 96.7% expresó que los acuerdos de la comunidad sí se cumplen.

Las personas que no realizan alguna actividad son castigadas pagando una cuota o realizando faenas en la comunidad; también son señaladas como irresponsables y se les niega algún servicio. Esto concuerda en parte con lo mencionado por Navarrete (2008), al indicar que las comunidades indígenas castigan a quienes no quieren cumplir con el trabajo colectivo, multándolos, quitándoles la tierra comunitaria, o incluso, los expulsan de la comunidad. En cuanto a si la forma de organización que tiene la comunidad ha permitido resolver los problemas



**Figura 3.** Responsables de organizar las actividades de la comunidad Páscala del Oro, San Luis Acatlán, Guerrero, México.

En el estado de Guerrero la elección de Comisarios y delegados se hace por medio de votación directa por vecinos mayores de 18 años (Xochihua, 2009). Pérez (2003) menciona que la elección de la autoridad agraria se lleva a cabo según usos y costumbres; mientras que la Ley Agraria señala que la asamblea general de comuneros es quien elige al Comisariado de Bienes Comunales.

Para la elección del Comisario Municipal por usos y costumbres se hace una convocatoria de asamblea general con varios días de anticipación; ahí se decide quién es el ciudadano capaz de conducir la comunidad. Se hacen propuestas de dos o tres ciudadanos y con base a la trayectoria de trabajo que haya desempeñado en la comunidad se elige mediante votación directa, por mayoría de votos. Para el Comisariado de Bienes Comunales y de Consejo de Vigilancia, en el proceso participa un observador de la Procuraduría Agraria (PA). De acuerdo con la Ley Agraria, se tiene que hacer mediante convocatoria de 10 días de anticipación, la convocatoria es abierta y se pega en las principales calles de la comunidad; además se bocea mediante el aparato de sonido para que todos estén enterados de la asamblea. Para que está sea válida, tiene que asistir más del 50% de los comuneros con Registro Agrario Nacional, y en caso de no reunir el 50% más uno, se suspende la asamblea hasta nuevo aviso. En una tercera convocatoria, con los comuneros que lleguen se realiza la asamblea. La elección se hace por medio de planillas; puede ser una o varias planillas con su respectivo nombre de la persona y el cargo a ocupar. Una vez elegida la persona, ahí mismo se toma la protesta y se redacta un acta de asamblea firmada por todos los comuneros. El observador de la Procuraduría Agraria da fe del proceso y el acta es remitida a la oficina central de la Procuraduría Agraria para la elaboración de las respectivas credenciales de los representantes elegidos por la comunidad.

No existe reelección inmediata de las personas que son Autoridad; tiene que pasar al menos un año. El 86.7% de los entrevistados así lo declaró, el 76.9% indicó que ya cumplieron con el servicio comunitario encomendado. El 23.1%, que por usos y costumbres no está permitido la reelección. Por otro lado, el 93.3% de la población entrevistada mencionó que las personas que son responsables de algún comité, tampoco se pueden reelegir en periodos consecutivos. De acuerdo con Barthas (1997), en las comunidades indígenas de la Huasteca Potosina existen sistemas internos de cargos para la elección de sus autoridades.

comunes de la población, el 90% opinó que sí y el 10% dijo que no.

### Elección de Autoridades

Las autoridades de la comunidad son elegidas por la Asamblea Comunitaria por usos y costumbres, así lo afirmó el 97% de los entrevistados.

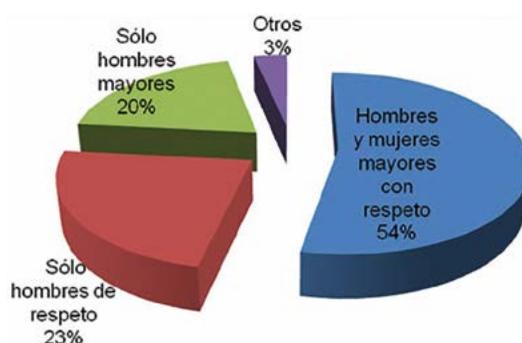
Sobre las personas que deben ser elegidas como Autoridad de la comunidad, más del 53% de los entrevistados mencionó que son personas honorables y respetadas (Figura 4). Otros dijeron que deben ser hombres mayores. Pérez (2003) menciona que la autoridad debe ser una persona comprometida con las tradiciones de la comunidad. Aunque los entrevistados no tienen claro las características

que debe tener una persona que sea elegida como autoridad, "los elegidos son hombres de respeto y que hayan tenido y cumplido con diferentes cargos en la comunidad" (comunicación personal de Adolfo de 65 años, Comisario de la comunidad). Respecto a los comités, el 90% mencionó que deben ser personas (hombres y mujeres) mayores de 18 años que sean respetadas por la comunidad, además de responsables; 10% consideró que sólo hombres mayores responsables deben ser elegidos.

### Responsabilidad de las Autoridades y Comités

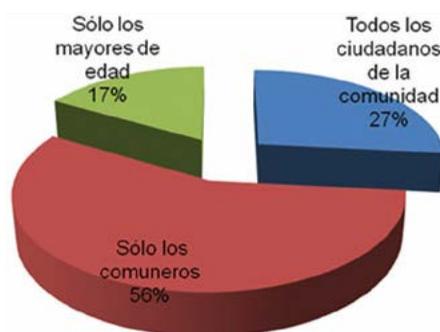
De acuerdo con los entrevistados, el 93.3% de las autoridades elegidas cumplen con el mandato, y el 100% expuso que las personas responsables de los comités también lo hacen. La persona que no está cumpliendo con su responsabilidad la cambian; así lo mencionó el 70% de los entrevistados. Los Principales (*son personas de edad avanzada que han ocupado diferentes cargos y se han ganado el respeto de la gente, y por su experiencia dirigen las actividades de la comunidad para mejorar las condiciones de vida de la población*) exigen que las personas elegidas en cualquier cargo cumplan con su responsabilidad. Si no lo hacen, son señaladas irresponsables y sancionadas con multa económica o trabajo (faena) en la comunidad.

Cualquier persona que ocupa un cargo durante su período no pue-



**Figura 4.** Opinión sobre las personas que pueden ser elegidas como autoridad de Páscala del Oro, San Luis Acatlán, Guerrero, México.

de irse a otro lugar por largo tiempo, principalmente el Comisario; así lo mencionó el 90% de los entrevistados. La razón es que debe cumplir con su deber (52%) y si se va no se toma en cuenta su servicio a la comunidad (45%). "Sólo se puede ausentar o salir por alguna enfermedad o accidente que se presente" (comunicación personal de Joaquín de 60 años, habitante de la comunidad). El Comisariado de Bienes Comunes y el Consejo de Vigilancia sí pueden ausentarse sin problema alguno (comunicación personal con el Comisario de la comunidad).



**Figura 5.** Voz y voto en la elección del Comisario de Páscala del Oro, San Luis Acatlán, Guerrero, México.

### Participación y toma de decisiones

Para elegir al Comisario, más del 55% de los entrevistados expusieron que son los comuneros los que tienen voz y voto (Figura 5). Otro grupo mencionó que todos los ciudadanos de la comunidad (hombres, mujeres, ancianos, jóvenes). Sólo el 17% indicó que todos los mayores de edad (18 años y más, tanto mujeres como hombres).

En la elección del Comisariado de Bienes Comunes y Consejo de Vigilancia, la mayoría opinó que todos los ciudadanos de la comunidad (hombres, mujeres, ancianos y jóvenes) tienen voz y voto (Figura 6). Algunos opinaron que sólo los comuneros y otros que sólo mayores de edad (18 años y más). De acuerdo con la Ley Agraria,



**Figura 6.** Participación en la elección del Comisariado y Consejo de Vigilancia de Páscala del Oro, San Luis Acatlán, Guerrero, México.

solo deben ser los comuneros con derecho agrario. González (2006) menciona que para que haya participación comunitaria debe de haber ciertos principios con la comunidad, como la solidaridad, cooperación, el respeto, compromiso, decisión, integración, disciplina, honestidad, perseverancia y responsabilidad, tanto personal como en grupo. Principios y valores que sin duda alguna están arraigados en Páscala del Oro, dado que es una

comunidad indígena, donde los usos y costumbres tienen importancia para la organización comunitaria.

En cuanto a los representantes de los Comités encargados de apoyar las principales actividades de la comunidad, el 80% opinó que es la Asamblea General quien los elige (Figura 7), otros mencionaron que los pueden nombrar todos los mayores de edad (hombres y mujeres). En otros comités, e.g. de las escuelas, oportunidades, salud, etc., el nombramiento es interno por los involucrados.

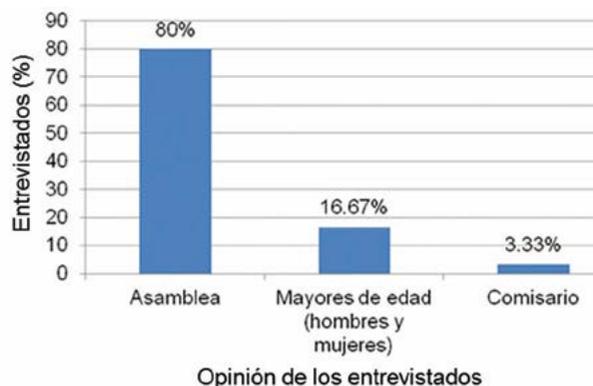
## CONCLUSIONES

**En** la comunidad de Páscala del Oro persiste el autogobierno regido por sus sistemas normativos por usos y costumbres, para tener una organización interna de la comunidad. La elección de Autoridades y Comités se hace en Asamblea General por mayoría de votos. Sin embargo, como la participación y toma de decisiones aún es centralizada, los entrevistados no tienen claro de cómo se realiza el proceso, el tiempo de responsabilidad en el cargo y las sanciones por incumplimiento.

La participación y toma de decisiones se centra en personas mayores de 18 años, principalmente hombres con posesión de tierra, dejando al margen mujeres, jóvenes y hombres que viven en la comunidad y que no la tienen. Por lo que se debe fomentar la participación de mujeres, jóvenes y hombres que quieran ser representantes de la comunidad.

## LITERATURA CITADA

Barthas B. 1997. La comunidad indígena como organización, el caso de la Huasteca. Ponencia preparada para su presentación en el encuentro de la Asociación de Estudios Latinoamericanos (LASA). Universidad Autónoma Chapingo. Guadalajara, México. 14 p. en <http://biblioteca.clacso.edu.ar/ar/libros/lasa97/barthas.pdf>. Consultada el 20 de octubre de 2017.



**Figura 7.** Personas que nombran los comités de trabajo en Páscala del Oro, San Luis Acatlán, Guerrero, México.

Canedo G. 2008. Municipios por usos y costumbres, un paso hacia las autonomías en Oaxaca, México. Cuaderno de Estudios Sociales y Urbanos 2: 89-108.

Dehouve D. 2001. Ensayo de geopolítica indígena: Los municipios Tlapanecos. Editorial Porrúa, CIESAS, México. 312 p.

González A. 2006. La participación de las organizaciones comunitarias en el desarrollo local sostenible. Caso sector Guayapa, Parroquia, Curimagua, municipio Petit, Estado Falcón, Venezuela. Multiciencias 6 (3): 250-256.

Martínez E. 2000. La Policía Comunitaria; un sistema de seguridad pública comunitaria indígena del estado de Guerrero. INI. 85 p.

Navarrete F. 2008. Los pueblos indígenas de México; pueblos indígenas del México contemporáneo. Publicación de CDI y PNUD. 144 p.

Pérez C. 2003. Identidad, resistencia y reproducción cultural. Las estrategias comunitarias en contra de la violencia del estado. El Cotidiano 19(121): 54-65.

Reyes A. 2001. Administración de empresas teoría y práctica. Segunda parte. Ed. Limusa, S.A de C.V. Grupo Noriega Editores, México, D.F. 253 p.

Rodríguez R., Mora J. 2005. Los linchamientos en México: entre el estado de derecho y los usos y costumbres. El Cotidiano 20 (129): 56-67.

Santiago S.I. 2010. Manual para los jueces auxiliares de San Luis Potosí. Publicación del CDI. 71 p.

Torres M., Paz K. 2011. Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. Facultad de ingeniería, Universidad Rafael Landívar. Boletín Electrónico 02: 1-13.

Xochihua F. 2009. La justicia electoral en las elecciones de Comisarios municipales. Revista de Difusión Electoral 13: 49-52.



# EL CONSEJO REGIONAL DE LA MONTAÑA DE GUERRERO, AGENTE DINÁMICO PARA EL DESARROLLO LOCAL

## THE REGIONAL COUNCIL OF THE MOUNTAIN REGION OF GUERRERO, AS A DYNAMIC AGENT FOR LOCAL DEVELOPMENT

Paulino-Cano, I.<sup>1</sup>; Olvera-Hernández, J.I.<sup>2\*</sup>; Guerrero-Rodríguez, J.D.<sup>2</sup>; Vargas-López, S.<sup>2</sup>; Aceves-Ruiz, E.<sup>2</sup>; Álvarez-Calderón, N.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Consejo Regional de La Montaña de Guerrero, Tlapa de Comonfort, Guerrero, México. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205 Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México.

\*Autor de correspondencia: joseisabel@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To know and analyze the actions that the Regional Council of the Mountain Region of Guerrero has carried out for the benefit of the population living in the area.

**Methodology:** 22 communities from 11 municipalities were considered. A questionnaire was applied to 100 people which included leaders of the Regional Council of the Mountain Region (CRM), leaders and members of organizations affiliated to the CRM, leaders of government agencies, technicians of public agencies and people of the general public. The information was analyzed using descriptive statistics.

**Results:** The organic structure of the CRM has ten coordinations and five strategic axes of work. The Council prepares and manages different rural development projects before different public institutions, it has wide recognition of the population and institutions of the rural sector for its capacity of management of rural development projects. Its financing is through the preparation and management of projects; as well as minimal contributions from its partners. The CRM has been a dynamic agent of negotiation and management of local development projects and a promoter of the formation of social capital in the region of the Mountain of Guerrero.

**Study limitations:** The study was limited to the management of rural development projects, the social or economic impact was not verified.

**Conclusions:** The CRM has been a dynamic agent of negotiation and management of local development projects and a promoter of the formation of social capital in the Mountain Region of Guerrero.

**Keywords:** Financing, organization, management, rural development projects.

### RESUMEN

**Objetivo:** Conocer y analizar las acciones que el Consejo Regional de La Montaña ha realizado en beneficio de la población que vive en la región.

**Metodología:** Se consideraron 22 comunidades de 11 municipios. Se aplicó un cuestionario a 100 personas. Fueron entrevistados dirigentes del Consejo Regional de La Montaña (CRM), líderes e integrantes de organizaciones afiliadas al CRM, dirigentes de dependencias gubernamentales, técnicos de dependencias públicas y personas del público en general. La información se analizó mediante estadísticos descriptivos.

**Agroproductividad:** Vol. 11, Núm. 10, octubre. 2018. pp: 151-156.

**Recibido:** mayo, 2018. **Aceptado:** agosto, 2018.



**Resultados:** La estructura orgánica del CRM tiene diez coordinaciones y cinco ejes estratégicos de trabajo. El Consejo elabora y gestiona diferentes proyectos de desarrollo rural ante distintas instituciones públicas, tiene amplio reconocimiento de la población e instituciones del sector rural por su capacidad de gestión de proyectos de desarrollo rural. Su financiamiento es mediante la elaboración y gestión de proyectos; así como aportes mínimos de sus socios. El CRM ha sido un agente dinámico de negociación y gestión de proyectos de desarrollo local y un promotor de la formación de capital social en la región de la Montaña de Guerrero.

**Limitaciones de estudio:** El estudio se limitó a la gestión de proyectos de desarrollo rural, no se verificó el impacto social o económico.

**Conclusiones:** El CRM ha sido un agente dinámico de negociación y gestión de proyectos de desarrollo local y un promotor de la formación de capital social en la región de la Montaña de Guerrero.

**Palabras clave:** Financiamiento, organización, gestión, proyectos de desarrollo rural.

## INTRODUCCIÓN

Las organizaciones son instituciones en las que las personas se unen en sus esfuerzos para realizar tareas complejas y lograr objetivos comunes (individuales y colectivos). Son entidades que surgen de la libre iniciativa ciudadana, se regulan en forma autónoma y persiguen, por medio de la negociación o el conflicto, aumentar los niveles de calidad de vida y el bienestar de sus integrantes (Chávez, 2006). El ser humano, por amistad y confianza, se organiza para obtener apoyos sociales en beneficio de objetivos comunes mediante el trabajo (Mehra *et al.*, 1998).

La política nacional para el desarrollo rural ha fomentado la organización de productores como un medio para acceder a apoyos de proyectos productivos y de desarrollo de capacidades (capacitación y asesoría), mediante grupos pequeños de productores y productoras, formales (legalizados) e informales (por común acuerdo) para gestionar diferentes proyectos en el medio rural. Sin embargo, la falta de capacitación, el escaso capital social y financiero y la carencia de seguimiento riguroso ha limitado el éxito de muchos proyectos. Al respecto, el Consejo Regional de La Montaña (CRM) es una organización de productores y productoras, comerciantes, transportistas, grupos políticos y jóvenes emprendedores, entre otros, que ha tomado la iniciativa para elaborar y gestionar proyectos ante diferentes instituciones públicas del sector rural para mejorar las condiciones de vida de la población rural e indígena de La Montaña de Guerrero y, es un agente de cambio y desarrollo rural en la región. Ha desarrollado procesos de aprendizaje, análisis y acciones que la población local comparte y analiza con base en su conocimiento de vida para planificar y actuar en su beneficio. Estas características coinciden con lo que indican Guijt y Cornwall (1995), al referirse a las actividades que algunas organizaciones consolidadas al sur de Inglaterra realizan en pro de sus agremiados. El CRM por medio de la gestión de proyectos de desarrollo rural ha creado confianza y credibili-

dad de la población; la importancia de esto es mencionada por Miller y Mitamura (2003) y Couch y Jones (1997), quienes asumen que esta confianza se generaliza hacia todas las personas como una expectativa de buena voluntad que tienen los seres humanos.

El CRM, mediante la capacitación, asesoría y comunicación con sus agremiados, además de la confianza, ha fortalecido el capital social y humano de sus integrantes para alcanzar objetivos comunes que afectan la calidad de vida de los pobladores de La Montaña de Guerrero. Para Burt (1992), el capital social se basa en las relaciones que el individuo tiene con "amigos, colegas y contactos en general", mediante el cual se maximiza el capital financiero y humano que ya posee un individuo. Coleman (1990), por su parte, considera que el capital social es inherente a la estructura de las relaciones entre dos o más personas, ya que fortalece las relaciones y capacidades de la sociedad civil. Es un concepto complejo donde se establecen las normas, instituciones y organizaciones que promueven la confianza y la cooperación entre las personas, las comunidades y la sociedad en su conjunto (Durston, 1999). Es una característica de los grupos donde por medio de la acción colectiva se buscan respuestas al problema del individuo (Rodríguez, 2002).

Con base en lo anterior, el presente escrito describe algunas acciones que el CRM ha realizado en beneficio de la población que vive en La Montaña de Guerrero, así como la coordinación con diversas instituciones públicas para la gestión de proyectos de desarrollo rural en pro de las familias campesinas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la región de La Montaña de Guerrero, Tlapa de Comonfort es el municipio considerado como el centro administrativo, económico y religioso más importante de la región y el lugar donde se ubican las oficinas del CRM. Para analizar la contribución del CRM hacia la sociedad civil se realizó un estudio exploratorio y descriptivo. Se consideraron 22 comunidades de 11 municipios. Se aplicó un cuestionario a 100 personas. Fueron entrevistados los dirigentes del CRM, los líderes e integrantes de las organizaciones afiliadas al CRM, dirigentes de las dependencias gubernamentales, técnicos de dependencias públicas que operan en la región de La Montaña de Guerrero y personas del público en general. Las comunidades donde se aplicó el cuestionario tienen como factor común documentos en trámite o trabajo realizado por parte del CRM y presencia de etnias como Me Phaa (Tlapanecos), Náhuatl y Tu'un savi (Mixtecos).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Surgimiento del CRM

El CRM se constituyó como una organización el 5 de julio de 1996 y como Asociación Civil el 13 de mayo de 2005. Es una organización independiente de productores y productoras, comerciantes, transportistas y jóvenes. Agrupa a 22 organizaciones locales. Surgió como una alternativa para buscar superar la pobreza extrema y las condiciones de explotación de los habitantes de las comunidades indígenas de La Montaña de Guerrero. Es una organización pionera en la concertación de esfuerzos entre la sociedad, instituciones públicas (gobiernos municipal, estatal y federal) y privadas (ONG's). Los objetivos del CRM son:

1) Analizar, evaluar y canalizar propuestas viables de las comunidades y sus organizaciones sociales. 2) Promover la participación de las organizaciones y de los habitantes para la solución de demandas. 3) Fomentar el trabajo plural, democrático y solidario en la región. 4) Impulsar la innovación tecnológica para la producción agropecuaria. 5) Rescatar y fortalecer las expresiones culturales de los pueblos indígenas de la región. 6) Promover la capacitación, la investigación y la elaboración y ejecución de proyectos de las organizaciones y comunidades. 7) Promover mecanismos para la aplicación de los programas de educación, salud, impartición de justicia, derechos humanos, apoyo a mujeres, ancianos, jóvenes y niños.

### Estructura y actuación del Consejo Regional

El CRM en su estructura orgánica opera con diez comisiones: coordinación, técnica, organización y capaci-

tación, comunicación social, administración y finanzas, atención y participación de la mujer, educación y cultura, salud, medio ambiente y proyectos productivos, controlaría y vigilancia. Además, tiene cinco ejes estratégicos: 1) Gestión de proyectos productivos y sociales; 2) Conservación del ambiente; 3) Educación para el desarrollo; 4) Fondo de financiamiento para el desarrollo regional y; 5) Atención a grupos prioritarios.

El ámbito de trabajo del CRM es la región de La Montaña de Guerrero, la cual se caracteriza por una economía tradicional minifundista, agraria y en condiciones de pobreza extrema y desigualdad social. En esta región se tiene la presencia de los grupos indígenas Náhuatl, Mixteco, Tlapaneco y Amusgo. El CRM busca gestionar recursos económicos y materiales a nivel local, estatal y federal que permitan mejorar las condiciones de vida de la población rural que vive en La Montaña.

### Elaboración y gestión de proyectos

El CRM ha planeado y gestionado programas y proyectos que han permitido mejorar las condiciones de vida de la población rural que vive en la región de La Montaña de Guerrero, que supone que ha logrado un reconocimiento por su trabajo por parte de la gente; que de acuerdo con Mehra et al. (1998) cuando los agremiados de una organización son favorecidos y tomados en cuenta para alcanzar un objetivo común, se identifican con su organización. El CRM ha elaborado y gestionado más de 45 proyectos ante diversas dependencias regionales y estatales, sumando más de \$8,650,000.00. Por este hecho, el CRM ingresó \$75,150.00 como pago de honorarios. Los proyectos se enmarcaron en 10 categorías (Cuadro 1), distribuidos en 11 municipios y 34 comunidades, englobando más de 3,800 beneficiarios.

Los proyectos elaborados por el CRM se agrupan de la siguiente manera: construcción de bordos para abrevadero (20 %), reforestación con diversas especies como nopal, pino, siembra de pasto y especies nativas (17.8 %), proyectos productivos de hortalizas (cebolla y ajo), arroz, frutales y café (15.5 %) y equipo e implementación de riego (13.3 %) que incluye la construcción de canales y sistemas de riego. Estos cuatro rubros representan el 66.6 % de los proyectos elaborados. Bajo este contexto, el CRM ha generado confianza entre sus agremiados. Al respecto, Miller y Mitamura (2003) y Chávez (2006) mencionan que la confianza de los agremiados de una organización se logra mediante el trabajo continuo con ellos, de no ser así, la gente difícilmente confiaría en la organización.

**Cuadro 1.** Proyectos elaborados con apoyo del Consejo Regional de La Montaña.

Proyecto	Municipios	Comunidad /organización	Beneficiarios	Monto (miles de pesos)	Proyectos	Cobro por proyecto por el CRM (pesos)
Plantación, reforestación con maguey	1	1	20	60.0	1	500
Bordo para abrevadero	3	6	788	900.0	9	5500
Obras de riego	6	6	410	1464.0	6	1400
Proyectos productivos agrícolas	5	6	1380	3463.6	7	27000
Muro de contención	1	1	60	204.0	1	3000
Artesanías y ropa	3	5	128	440.0	5	3750
Reforestación con diversas especies	3	8	333	447.0	8	6000
Ganadería	1	2	45	200.0	2	4500
Oficios (carpintería, huarachería)	1	2	45	112.0	2	2500
Otros (mezcal, capacitación, vivienda, agua potable)	2	4	680	1360.0	4	21000
Total	-	-	3889	8650.6	45	75150

Por otro lado, el CRM ha recibido 184 solicitudes de proyectos de los pobladores de La Montaña para su gestión ante diferentes instancias, agrupándose en 22 rubros. Estos se concentran en:

- 1) Maquinaria pesada para abrir caminos de terracería y mantenimiento; petición de tractor agrícola para labores agrícolas. Ambas acciones, fueron de interés en 10 municipios y 18 comunidades.
- 2) Ayuda para la construcción y remodelación de vivienda y centros de servicio a la comunidad, como hospitales, centros de salud, escuelas y ayuntamientos. Esta petición fue realizada por 9 municipios y 13 comunidades.
- 3) Proyectos productivos, donde sobresale la plantación de diversos frutales para el establecimiento de huertas y reforestación; así como la introducción y engorda de ganado (bovinos, cerdos y aves), alimentos balanceados, apoyo para siembra de forrajes (sorgo y granos), carnicerías, entre otros. La petición

se centró en 12 municipios y 14 comunidades.

- 4) Financiamiento, apoyo para la elaboración de diversos proyectos productivos (ladrillo rojo, frutales, legumbres y cacahuete), fiestas del pueblo, desastres naturales, impresión de catálogos y ayuda para campesinos pobres. En esta acción se involucró a 11 municipios y 14 comunidades.
- 5) Apoyo para el empleo temporal que ofrece el gobierno federal para realizar diversas actividades; así como para la construcción de bordos para abrevadero para captar agua de lluvia para el ganado. Ambas peticiones, correspondieron a 7 municipios y 12 comunidades.

Los municipios que más proyectos han solicitado al CRM para su gestión son: Tlapa de Comonfort (48.9 %), Metlatónoc (14.1 %), Olinálá (8.1%), Malinaltepec (5.9 %) y Xochihuehuetlán (5.4 %). El CRM ha logrado que sus agremiados le tengan confianza, asimismo, ha fortalecido su capital social mediante sus relaciones sociales, como lo men-

cionan Mehra *et al.* (1998) y Vargas (2003) que el trabajo en una organización para conseguir un objetivo común fortalece los lazos de confianza y capital social.

En un periodo de seis años, el CRM gestionó 40 proyectos ante la Secretaría de Desarrollo Rural y la Secretaría de Desarrollo Social del estado de Guerrero, con un monto de \$39,729,700.00, distribuido en seis categorías: el 59 % del presupuesto se utilizó para empleo temporal, beneficiando a 5 municipios y 5 comunidades, el 14.2 % a construcción de caminos de terracería y mantenimiento de los mismos, atendiendo 11 municipios y 20 comunidades, el 12.6 % a compra de maquinaria pesada y tractores agrícolas, para 5 municipios y 15 comunidades, el 6 % a proyectos productivos agropecuarios en 3 municipios y 9 comunidades, el 1.2 % para construcción de bordos para abrevadero en 2 municipios y 4 comunidades. La capacidad de gestión que ha logrado el CRM ante diferentes dependencias tiene como soporte la construcción de

un tejido social, aspecto relevante para una organización, un hecho que coincide bajo otras condiciones señaladas por Durston (1999) y Vargas (2003), al referirse a la confianza, cooperación y formación de capital social.

### Reconocimiento social del CRM

La mayoría de los entrevistados conocen al CRM. Lo conoce porque ha participado o pertenece a alguna organización del Consejo; porque ha asistido y participado en algún evento o reunión organizada por el CRM. Además, el 100 % de los entrevistados están dispuestos a participar en alguna actividad que realice el CRM (Cuadro 2). Putnam (1994), mencionan que cuando se ha formado el capital social en una organización hay mayor confianza entre los agremiados y éstos se apropian de los procesos, por lo que puede considerarse que el CRM ha logrado un reconocimiento amplio por la población que vive en la región de La Montaña de Guerrero.

Los entrevistados coincidieron en que el CRM debe seguir coordinándose con otras organizaciones e instituciones públicas y privadas (100 %), e incluir la participación de la mujer (100 %) en los trabajos que éste impulse, poner atención en la educación y capacitación a todos los niveles (100 %), e incorporar un equipo técnico inter-

disciplinario (99 %) que apoye las actividades que realiza en su ámbito de trabajo.

Los entrevistados sugieren que el CRM debe incluir en su estructura orgánica otras comisiones. Mencionaron 26 de ellas, pero 64 % señaló siete como las más importantes: agropecuaria y forestal (13 %), jóvenes emprendedores (12 %), tercera edad (10 %), seguimiento y evaluación de proyectos (9 %), educación y cultura (7 %), ecología y medio ambiente (7 %) y asesoramiento a las organizaciones (6 %). La propuesta de nuevas comisiones está asociada a las necesidades que la gente tiene y que de alguna forma pretenden resolver para mejorar su condición de vida. Son respuestas del individuo ante un problema real (Rodríguez, 2002).

### Perspectivas del CRM en la región

El CRM, para hacer mejor su trabajo en la región de La Montaña de Guerrero debería continuar apoyando a las comunidades en la gestión de proyectos productivos agropecuarios y no agropecuarios (Cuadro 3). Debe también poner énfasis en actividades de asesoría y capacitación. Una limitación actual del CRM es la comunicación con sus afiliados, por lo que debe buscar nuevas formas de organización para comunicarse con la sociedad civil

**Cuadro 2.** Aspectos que permiten tener un reconocimiento social del CRM.

Reconocimiento del CRM	%							%
	Sí	No	Ninguna	He oído	Otra	Muy poco	Me gustaría	
Conoce al CRM	95	1	-	4	-	-	-	100
Participa en alguna organización del CRM	68	30	1	-	1	-	-	100
Conoce alguna organización que participa en el CRM	93	6	1	-	-	-	-	100
Cree importante la existencia del CRM	100	-	-	-	-	-	-	100
Conoce algún proyecto gestionado por CRM	94	6	-	-	-	-	-	100
Le gustaría participar en el CRM	96	2	-	-	-	2	-	100
Ha participado en reuniones o eventos del CRM	74	11	-	-	-	-	15	100
Le gustaría participar en algún proyecto, evento, capacitación del CRM	100	-	-	-	-	-	-	100

**Cuadro 3.** El CRM debería impulsar y apoyar a las comunidades de la región.

El CRM debería impulsar	(%)	El CRM debe apoyar	(%)
Talleres de capacitación	15	Asesorando	13
Asesoría	17	Capacitando	32
Evaluación y seguimiento	11	Gestión de proyectos productivos	55
Proyectos productivos	57	-	-
Total	100	-	100

(Castells, 1996), y ser una organización que tenga mayor comunicación con sus, y no agremiados para conocer y coadyuvar sus problemas reales (Rodríguez, 2002).

Respecto al fortalecimiento del CRM, los entrevistados mencionaron 16 puntos a atender. El 72 % de ellos consideró poner más atención en las siguientes acciones: difusión de las actividades que realiza en la región; apoyar a los grupos y organizaciones; elaboración y gestión de proyectos; tener un equipo técnico y multidisciplinario; apoyar a la gente de la región; gestionar recursos económicos y tener una organización sólida, y participación para trabajar en equipo.

Los entrevistados visualizaron como positivo las actividades que viene realizando el CRM. El 31 % manifestó que la posibilidad de permanecer en la región es excelente, el 37 % que debe continuar realizando su trabajo, y el 30 % que continúe apoyando a la población rural de la región. Las opiniones de los entrevistados manifiestan la confianza de sus agremiados e instituciones hacia el CRM, características típicas de la formación de capital social de una organización (Coleman, 1990; Herreros, 2002; Vargas, 2003; Luna y Velasco, 2005).

### Financiamiento del Consejo Regional de La Montaña

El CRM se financia mediante la elaboración y gestión de proyectos, donaciones de algunas instituciones y cuotas mínimas de los agremiados. Sin embargo, 38 % de las personas entrevistadas consideraron que el apoyo económico debe ser principalmente con apoyo institucional de dependencias públicas y privadas que tienen que ver con el

desarrollo rural en la región; 32 % que se debe recabar fondos mediante un cofinanciamiento entre las instituciones de la región que se interesen en mejorar las condiciones de vida de la gente; 27 % que el gobierno federal o estatal debe asignar un presupuesto anual mínimo que permita realizar actividades eficientes en la región y el 3 % que los socios también deben hacer una aportación económica mensual. Se observa una tendencia de dependencia del financiamiento institucional.

## CONCLUSIONES

**EL CRM** se ha constituido como una organización reconocida, exitosa y de confianza para sus miembros e instituciones gubernamentales. Sin embargo, a pesar de que la gente calificó de bueno a excelente al CRM por las acciones y actividades que ha realizado, tiene que promover más la coordinación para trabajar con instituciones públicas y privadas, y con las organizaciones que lo integran; así como incluir la participación de la mujer en los procesos y en la toma de decisiones. Debe tener un equipo técnico interdisciplinario como parte de su estructura operativa, continuar impulsando la educación, salud, capacitación y asesoraría y lograr la coordinación con otras organizaciones para obtener un cofinanciamiento que permita desarrollar mejor sus actividades; así como la participación de todas aquellas instituciones involucradas en el desarrollo rural de La Montaña de Guerrero.

## LITERATURA CITADA

- Burt R.S. 1992. Structural holes: the social structure of competition. Cambridge, MA: Harvard University Press. Cambridge: Cambridge University Press. Capital social. <http://www.rsu.uninter.edu.mx/doc/glosario/CapitalSocial.pdf> (Consultado el 26 de abril de 2017).
- Castells M. 1996. The information age: Economy, society and culture. The rise of the network society. Vol. I: Cambridge M.A. Oxford UK: Blackwell Publishers. 556 p.
- Chávez J. C. 2006. La participación y la organización: ejes de la acción social. In: Chávez C.J.C (Coordinador). Participación social: retos y perspectivas. Serie número uno. Organización y Participación Social. Plaza y Valdés Editores, México. D.F. pp. 15-42.
- Coleman J.S. 1990. Foundations of social theory. Harvard University Press. U.S.A. 979 p.
- Couch L., Jones W. 1997. Measuring levels of trust. Journal of Research in Personality 31: 319-336.
- Durston J. 1999. Construyendo Capital Social Comunitario. Revista de la CEPAL 69: 103-118.
- Guijt I., Cornwall A. 1995. Critical Reflections on the Practice of PRA. In: PLA Notes: No. 24. International Institute for Environment and Development (IIED), Sustainable Agriculture Program. London.
- Herreros F. 2002. ¿Son las relaciones sociales una fuente de recursos? Una definición del capital social. Papers 67: 129-148.
- Luna M., Velasco J.L. 2005. Confianza y desempeño en las redes sociales. Revista Mexicana de Sociología 67(1): 127-162.
- Mehra A., Kilduff M., Brass D.J. 1998. At the margins: A distinctiveness approach to the social identity and social networks of underrepresented groups. Academy of Management Journal 41(4): 441-452.
- Miller A., Mitamura T. 2003. Are surveys on trust trustworthy? Social Psychology Quarterly 66: 62-70.
- Putnam R.D. 1994. Para que la democracia funcione. Tradiciones cívicas en la Italia moderna. Caracas: Galas.
- Rodríguez G.I. 2002. El efecto de las TIC en la organización de la acción colectiva: la virtualización de los movimientos sociales. Santiago de Chile. 156 p.
- Vargas H.J.G. 2003. Teoría de la acción colectiva, sociedad civil y los nuevos movimientos sociales en las nuevas formas de gobernabilidad en Latinoamérica. Revista Latina de Comunicación Social, 53. <http://www.ull.es/publicaciones/latina/200353vargas.htm> (Consultado el 23 de junio de 2015).

# SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN LA COMUNIDAD DEL CERRO CUATE, ILIATENCO, GUERRERO

## PRODUCTION SYSTEM OF COFFEE (*Coffea arabica* L.) IN THE COMMUNITY OF CERRO CUATE, ILIATENCO, GUERRERO

Tomas-Torres, A.<sup>1</sup>; Delgado-Alvarado, A.<sup>1\*</sup>; Herrera-Cabrera, B.E.<sup>1</sup>; Vargas-López, S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, Municipio San Pedro Cholula, Puebla, México.

\*Autor de correspondencia: adah@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To analyze the process of coffee production and marketing in the community of Cerro Cuate, Iliatenco in the Mountain region of Guerrero, Mexico.

**Design/methodology/approach:** the study was carried out by: 1) documentary research), 2) selection of the study area, 3) structured interview with open questions to 22 coffee growers, supported with the sectional survey technique and the interview cards tool, and 4) analysis of the information. The sample size was defined by the convenience sampling method, and the selection of the units of analysis by the snowball technique.

**Results:** The predominant coffee production system was the rustic mountain system, interspersed with banana and fruit trees. The maximum productivity of the plantations is reached from 5.5 to 7.5 years of age, the renovation of plants is done at 12 years. Coffee yield was 3.7 kg per plant per year. The production of coffee is mainly done by men (77.3%), between 56 and 70 years of age. The sale is made in the presentation of coffee capulín in bulk to intermediaries, to the ARIC, to CAFECO, to the Union of Ejidos and to the Organization Mixtrui.

**Limitations of the study/implications:** An improvement proposal is given to favor the process of production, benefit and marketing of coffee.

**Findings/conclusions:** *Coffea arabica* is the main coffee grown, with the varieties Typica, Caturra, Mundo Novo, Garnica and Bourbon. The factors that limit its production and quality are the lack of planning in crop management and not having technical advice.

**Keywords:** *Coffea arabica* L., coffee capulín, Montaña de Guerrero.

### RESUMEN

**Objetivo:** Analizar el proceso de producción y comercialización de café en la comunidad del Cerro Cuate, Iliatenco, en la región de la Montaña de Guerrero, México.

**Diseño/ Metodología/ aproximación:** el trabajo se realizó por: 1) investigación documental), 2) selección del área de estudio, 3) Entrevista estructurada con preguntas abiertas a 22 cafecultores, soportada con la técnica de encuesta seccional y la herramienta de cédulas de entrevistas, y 4) análisis de la información. El tamaño de muestra se definió por el método de muestreo por conveniencia, y la selección de las unidades de análisis por la técnica bola de nieve.

**Resultados:** El sistema de producción de café que predominó fue el sistema rústico de montaña, intercalado con plátano y frutales. La máxima productividad de las plantaciones se alcanza de 5.5 a 7.5 años de edad, la renovación de plantas la hacen a los 12 años. El rendimiento de café fue de 3.7 kg por planta por año. La producción del café la realizan principalmente hombres (77.3%), entre 56 y 70 años de edad. La venta se realiza en la presentación de café capulín a granel a intermediarios, a la ARIC, a CAFECO, a la Unión de Ejidos y a la Organización Mixtrui.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Se da una propuesta de mejora para favorecer el proceso de producción, beneficio y comercialización del café.

**Hallazgos/conclusiones:** *Coffea arabica* es el principal café que se cultiva, con las variedades Typica, Caturra, Mundo Novo, Garnica y Bourbon. Los factores que limitan su producción y calidad son falta de planeación en manejo del cultivo y no contar con asesoría técnica.

**Palabras clave:** *Coffea arabica* L., café capulín, Montaña de Guerrero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad de Cerro Cuate, municipio de Iliatenco, estado de Guerrero. Las condiciones de clima predominantes en el municipio de Iliatenco son el cálido subhúmedo, semicálido y templado, con una temperatura media anual de 20 °C, donde el régimen de lluvias se presenta en los meses de junio a septiembre, con una precipitación media anual que oscila entre los 1,800 y 2,400 mm (PNUD, 2007); dichos climas se enmarcan dentro de los climas deseables para el cultivo del café, que de forma ideal requiere una altitud entre 1200 y 2000 m dependiendo de la latitud tropical o subtropical (Fischersworing y RoBkamp, 2001). A este respecto, el rango altitudinal del municipio de Iliatenco oscila desde 800 m en el límite sur hasta 2800 m en las cumbres de los Cerros Cuate, Cerro Escalera, Cerro Cabeza de Tigre y Cerro La Uña (PNUD, 2007).

El trabajo incluyó cuatro etapas: 1. Revisión de información (investigación documental), 2. Selección del área de estudio, 3. Registro de información (investigación de campo) y 4. Análisis de la información.

La investigación se realizó en la comunidad del Cerro Cuate porque cuenta con 217 productores de café de acuerdo con la información proporcionada por el comisario de la localidad, Sr. Tomás Feliciano Ramírez; y aunque es uno de los pueblos con mayor superficie de cultivo de café no se ha realizado un estudio minucioso de caracterización del sistema de producción del café.

### Registro de información

La información teórica de la revisión de la literatura y la información

## INTRODUCCIÓN

**En México** el cultivo y consumo de café es considerado de gran importancia económica, sociocultural y ambiental (Pérez y Díaz, 2000). Aproximadamente 80 % de la producción nacional de café proviene de Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero e Hidalgo (FIRA, 2003). Al cultivarse bajo sombra (90 % de la superficie), contribuye a la conservación de la biodiversidad (Vandermeer, 2003). El cultivo del café se distingue como una actividad estratégica en el país y al integrarse en cadenas productivas genera divisas y empleos, que permiten la subsistencia de muchos pequeños productores. Los estudios de producción de café se han abordado con un enfoque agroecológico, donde el conocimiento campesino tradicional se refleja en el establecimiento de sistemas agroforestales, el cual consiste en el uso y manejo de recursos naturales, donde los árboles que son utilizados en asociación con animales y cultivos agrícolas; con un arreglo topológico y cronológico en rotación con ambos; existe interacción ecológica y económica entre los árboles y los otros componentes de manera simultánea o temporal de forma secuencial; son factibles con las condiciones socioculturales y con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de la región (Moguel y Toledo, 1996; Guhl, 2009).

En el sistema de producción de café en el Cerro Cuate municipio de Iliatenco, estado de Guerrero, México, la selección de la semilla, preparación del terreno, siembra de plantas, aplicación de abono, limpiezas, podas, forma de cortar la cereza, secado, morteo y comercialización se llevan a cabo de manera tradicional. El estudio se realizó con el objetivo de analizar las características del proceso de producción de cultivo y comercialización del café de las parcelas de la Comunidad del Cerro Cuate. Además, se consideró la forma de cómo los cafecultores cultivan el café, tomando en cuenta las condiciones climatológicas y el tipo de suelo que prevalecen en la comunidad, la sombra que se utiliza, las labores culturales, las variedades de café, la prevención de plagas y las enfermedades.

empírica sobre el área de estudio se complementó con información cuantitativa del sistema de producción y comercialización del café, mediante la técnica de encuesta seccional (Miranda, 2005). Se utilizó la herramienta de cédulas de entrevista, que permite obtener información y conclusiones generalizables de carácter descriptivo y exploratorio sobre la magnitud de problemas a nivel de población o sistema (De Ketele y Roegiers, 2000). La cédula de entrevista quedó estructurada por preguntas abiertas para datos cuantitativos y algunos nominales. En todos los casos se mantuvo abierta con la posibilidad de registro de información adicional. La cédula de entrevista quedó conformada por los siguientes ejes temáticos: Sistema de producción del café, establecimiento y manejo de cafetales y prácticas poscosecha. Se utilizó el método de muestreo por conveniencia, el cual consiste en seleccionar como unidades de análisis a aquellos elementos que ofrecen información relevante a los intereses de la investigación o sobre los indicadores que se exploran en los objetivos de la misma (Sánchez-Carrillo y Valtierra-Pacheco, 2003).

La selección de las unidades de análisis se complementó con la técnica de bola de nieve, en la que la idea central fue que cada individuo en la población nombró a otros individuos, los cuales tenían la misma probabilidad de ser seleccionados. A los individuos que fueron escogidos, se les pidió nominar a otras personas. El tamaño de la muestra se determinó con base en Santoyo et al. (2000) y Hair et al. (2004). A partir de lo anterior, se seleccionó a un total de 22 productores de café como unidades de análisis, a los cuales se les aplicó un cuestionario.

Con los datos obtenidos en este trabajo se logró describir las principales características del proceso de producción, beneficiado y comercialización del cultivo del café de las parcelas del Cerro Cuate.

### **Análisis de la información**

Los datos cualitativos y cuantitativos colectados en la encuesta fueron capturados en bases de datos, organizadas en hojas de cálculo Excel. Se realizó un análisis descriptivo de la información a través de gráficas de frecuencia y porcentajes.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El cultivo del café en la comunidad de Cerro Cuate se encuentra en un área de cultivo marginal en relación con la altitud. De acuerdo con las descripciones que hacen Moguel y Toledo (1996) sobre los sistemas de produc-

ción de café en México, el tipo de sistema de cultivo que prevalece en Cerro Cuate pertenece al sistema rústico de montaña, donde el café se siembra bajo la vegetación original, junto con otras especies de utilidad como árboles frutales o de madera. La producción la realizan principalmente hombres (77.3 %), y el mayor número de productores se encuentran en un rango de edad entre 56 y 70 años. Cabe señalar que el mayor número de parcelas tiene en promedio una extensión de dos hectáreas, lo cual los ubica como campesinos de pequeña escala, que carecen de capital suficiente para la producción (Peeters et al., 2003).

En el Cuadro 1 se concentran los resultados más importantes que caracterizan a la forma de producir, establecer y manejar los cafetales y las prácticas que realizan poscosecha. De las tres especies de café que se explotan comercialmente en la comunidad de Cerro Cuate, predominó *Coffea arabica* L. sobre *C. canephora* Pierre ex Froehner y *C. liberica* Hiern, ya que se adapta a condiciones climáticas y de suelos tropicales y subtropicales con altitud de 2000 m (Fischersworing y RoBkamp, 2001). Además *C. arabica* es la especie más sobresaliente a nivel mundial, no sólo por el área sembrada y la producción, sino por la excelente calidad en su bebida (Alvarado y Rojas, 2007). Dentro de esta especie los productores cultivan cinco variedades de café, algunas de porte alto (Typica o Criollo, Mundo Novo y Bourbón), otras de porte bajo (Caturra) y de porte medio (Garnica) (Alvarado y Rojas, 2007). De los 22 productores, todos cultivan la variedad Typica; sin embargo, el porcentaje de establecimiento en sus plantaciones varió entre los productores, algunos la tienen como la única variedad (100 %) y otras la tienen combinada con dos o más variedades. De acuerdo con los productores clasificaron a sus variedades como las de mayor calidad (Typica) y de mayor rendimiento (Caturra). Las plantas de café inician la fructificación a los cuatro años después del trasplante, con una primera cosecha en un rango de 2 a 5 años y una edad máxima de producción de 5 a 10 años. La productividad por planta es de 3.7 kg en promedio de café cereza. Al año se tuvo una cosecha, para la cual se realizan de uno a dos cortes (Cuadro 1).

En la comunidad del Cerro Cuate, no existe una planeación en la siembra sistematizada de cafetales, se realiza por costumbre y conocimiento tradicional que les han dejado los antepasados de los productores y repiten las mismas prácticas que les han dado buenos resultados en la siembra. El tipo de suelo, el clima, la distancia entre

**Cuadro 1.** Elementos de la producción de café en la comunidad de Cerro Cuate, municipio de Iliatenco, Gro.

Factor estudiado	Dimensión	Respuesta
Especies y variedades	Especie dominante	<i>Coffea arabica</i> L.
	Variedades cultivadas	Caturra, Mundo Novo, Typica, Garnica y Bourbon
	Variedad de mayor calidad	Typica
	Variedad de máximo rendimiento	Caturra
	Variedad cultivada (%)	Typica (100) Caturra (62.2) Mundo Novo (45.5) Garnica (45.5)
Ciclo de vida de la planta de cafetal	Inicio de fructificación desde el trasplante	Cuatro años
	Primera cosecha	2 a 3 años (36 %) 3.5 a 4.5 años (32 %) 5 a 6 años (32 %)
	Edad de máxima producción (años)	3 a 5 (18 %) 5.5 a 7.5 (41 %) 8 a 10 (32 %) 15 a 30 (9 %)
Productividad del cafetal	Producción de café cereza por planta	3.7 kg
	Frecuencia de cosecha	Una vez al año
	Cortes/periodo de cosecha.	Uno a dos cortes

plantas, con sombra o exposición solar, son características que deben de tomarse en cuenta en la siembra de las plantas de café. Pero en la comunidad del Cerro Cuate no las consideran, ya que los productores lo hacen de acuerdo con las necesidades y la disposición de recursos con que cuentan, como son la superficie disponible y la pendiente del terreno.

La siembra del café la inician en el mes de mayo, mediante la construcción de cepas o pozos de una medida de 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad (Figura 1; Cuadro 2). En las plantaciones establecidas, sólo se resiembran los espacios que están vacíos y cuando el terreno está totalmente baldío se trazan las cepas a una distancia entre planta y planta menor de dos metros (72 %

igual distancia entre surcos. El árbol de sombra más común es el cuajinicuil (*Inga spp.*), aunque es común la siembra como cultivos múltiples, donde predomina la asociación café con plátano (68 %); entre las variedades de plátano más utilizadas se encuentran Costa Rica, Chapparro, Patriota, Manzano, Colorado y Largo (Figura 2; Cuadro 2).



**Figura 1.** Siembra del cafetal en la comunidad de Cerro Cuate, municipio de Iliatenco, Gro.

El manejo agronómico consiste principalmente de la aplicación de hojarasca del bosque (77%), el control de la roya del café (45%) y el uso de trampas (64%) para el control de plagas. Las podas son prácticas comunes que realizan los productores en el cafetal (86 %), sobre todo las de formación (82 %) (Cuadro 2).

En el Cuadro 2 se observa que las plántulas para la siembra del cafetal proceden del mismo cafetal (59 %) y de viveros (23 %); asimismo, se describen el manejo agronómico y las podas que se realizan en Cerro Cuate.

Las prácticas de cosecha y poscosecha en el café se presentan en el Cuadro 3. Los productores realizan de uno a dos cortes para la cosecha de café y generalmente el fruto es seleccionado desde esta etapa, cosechan principalmente los frutos maduros. El beneficio y secado de los frutos de café se realiza por la vía seca (91 %). El café capulín es lo que se obtiene durante el proceso de beneficiado y es la principal forma de venta. Es escaso el número de familias que tuestan café para autoconsumo (23 %). El café se vende preferentemente a granel y a intermediarios como la organización ARIC (Asociación Rural de Interés Colectivo R. L. y C. V.), a la organización CAFECO, a la Unión de Ejidos y una minoría a la Organización Mixtrui.

En la comunidad del Cerro Cuate del municipio de Iliatenco, el cultivo de café tiene el potencial de ser más rentable, siempre y cuando se realice adecuadamente el "manejo del cultivo", ya que las características climatoló-

gía y edafológica son favorables para el cultivo de café. Sin embargo, el cultivo de café en la comunidad del Cerro Cuate del municipio de Iliatenco, Gro. enfrenta varios desafíos, como la falta de acceso a servicios básicos, la falta de infraestructura y la falta de capacitación técnica. Por lo tanto, es necesario implementar estrategias que permitan mejorar las condiciones de vida de la comunidad y promover el desarrollo sostenible del sector cafetalero.

**Cuadro 2.** Prácticas de manejo de los cafetales en Cerro Cuate, municipio de Iliatenco, Guerrero.

Práctica	Dimensión	Respuesta
Siembra	Época de siembra	Junio (82 %) Junio-julio-luna nueva (9 %) Junio a agosto (9 %)
	Árbol de sombra	Cuajinicuil ( <i>Inga spp.</i> )
	Intercalado con otras plantas	café-plátano (68 %) café-frutas (4.5 %) café-maíz-frijol (4.5 %)
	Distancia entre planta (m)	1.5×1.5 m (36 %) 2.0×2.0 (27 %) <2.0 m (9%) >2.0 m (13%)
	Sistemas de propagación de plantas de café	Plántulas en pie del cafetal (59 %) Viveros (23 %) Ambos (18 %)
Manejo agronómico	Abono	Hojarasca (77 %) Estiércol de chivo (9 %) No utilizan (14 %)
	Enfermedades	Roya (45 %) Ojo de gallo-mancha de hierro (9%) Roya-mancha de hierro (4.5 %). Ojo de gallo (9 %) No presentó (18 %)
	Control de Plagas	Trampas (64 %) Trampa-polvo químico (23 %) No controla (9 %)
Podas	Podas en el manejo de cafetales	Sí (86 %) No (14 %)
	Tipo de poda	Formación (82 %) Renovación (4 %) 14 % no realiza esta actividad

gicas y de suelo son apropiadas, para una mayor productividad de la cafeticultora.

Existen diferentes factores que determinan la calidad intrínseca del café, que incluyen agentes agroclimáticos, especie, variedad y manejo del cultivo. Así, la calidad del grano de café oro depende de ciertos factores que pueden ser controlables o no controlables, los cuales impactan en las diferentes etapas desde la producción hasta el tueste y almacenamiento del café. Con base en los resultados de la encuesta aplicada a los productores de café en la comunidad de Cerro Cuate, también se identificaron las principales limitantes relacionadas con las diferentes etapas que inciden en el sistema de producción de café y que impactan en la calidad y cantidad que se obtiene, en función de los factores no controlables y controlables que existen en cada etapa de acuerdo con el Consejo Mexicano del Café A. C. (2002) (Cuadro 4).

Por ejemplo, no se realiza la selección de granos por tamaño, color o humedad, lo que restringe la obtención de café de diferentes calidades. En la comercialización, se presentan intermediarios que pagan muy bajo el precio del café, en cada cosecha existe incertidumbre por el movimiento de precios, existe una nula organización comunitaria de los cafeticultores para mejorar sus condiciones como productores, y no le dan valor agregado al grano para mejorar los precios del producto.

## CONCLUSIONES

En Cerro Cuate, Iliatenco, Guerrero el principal sistema de producción de café es el sistema rústico de montaña, que se encuentra intercalado con diferentes especies de plátano y frutales. La principal especie de café que utilizan es *Coffea arabica* L., y las variedades que cultivan en orden de importancia son Typica, Caturra, Mundo Novo, Garnica y Bourbon. Las variedades con mayor rendimiento son Caturra (42 %), Mundo Novo (26 %) y Garnica (23 %); y las de menor producción Typica (6 %) y Bourbon (3 %). El rendimiento promedio de café es de 3.7 kg por planta por año. Dentro de los principales factores detectados que limitan la producción y la calidad



**Figura 2.** Producción de café asociado con diferentes variedades de plátano.

**Cuadro 3.** Prácticas de beneficiado del café y venta en la comunidad de Cerro Cuate, municipio de Iliatenco, Guerrero.

Práctica	Dimensión	Respuesta
Recolección y selección del café	Número de cortes	Dos (50 %) Uno (36 %) Más de dos (10 %)
	Selección	Sí (59 %) No (32 %)
	Estado de madurez a la cosecha	Café maduro (73 %) Maduros y secos (23 %)
Beneficio y secado	Vía de beneficio	Seco (91 %) Húmedo (4.5 %)
	Equipo	Sí (55 %) No (36 %)
	Beneficiado	Café capulín (77 %) Café oro (73 %) Café pergamino (23 %)
	Tostado y molienda	Tuesta en comal para autoconsumo (23 %) No tuesta (46 %)
Venta	Presentación	Café capulín (68 %) Café bola pergamino y oro (4.5 %)
	Lugar	ARIC (50 %) CAFECO (23 %) Unión de Ejidos (14 %) Organización Mixtrui (9 %)

del café son la falta de planeación para realizar un buen manejo del cultivo y no contar con asesoría para el control de plagas y enfermedades.

### LITERATURA CITADA

Alvarado S.M., Rojas C.G. 2007. El cultivo y beneficiado del café. 2da. Reimpresión. Editorial Universal Estatal a Distancia, San José de Costa Rica. 184 p.  
 Consejo Mexicano del Café, A.C. 2002. "Información general y estadísticas básicas del café", www.sagar.gob.mx, 06/2013.

De Ketele J.M., Roegiers X. 2000. Metodología para la recogida de información. Madrid: La Muralla, S.A. 246 p.  
 FIRA, Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 2003. Situación de la Red Café, oportunidades de desarrollo en México. FIRA-Banco de México. México. Boletín informativo 519(34): 105.  
 Fischersworing H.B., RoBkamp R.R. 2001. Guía para la Caficultura Ecológica. Tercera edición. Editorial López. República Federal de Alemania. pp. 14-21.  
 Guhl A. 2009. Café, bosques y certificación agrícola en Aratoca, Santander. Revista de Estudios Sociales. 32: 114-125.  
 Hair J.F., Anderson R.E., Tatham R.L., Black W.C. 2004. Análisis Multivariante, Pearson, Madrid, España. 832 pp.  
 Miranda T.J. 2005. Conocimiento Campesino en el Manejo de la Diversidad de Haba (*Vicia faba*) en los Llanos de Serdán, Puebla. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados Campus Puebla. México. 144 p.  
 Moguel P., Toledo V. 1996. El café en México, ecología, cultura indígena y sustentabilidad. Ciencias 43: 40-51.  
 Peeters L.Y.K., Soto-Pinto L., Perales H., Montoya G., Ishiki M. 2003. Coffee production, timber, and firewood in traditional and Inga-shaded plantations in Southern Mexico. Agriculture, Ecosystems and Environment 95: 481-493.

**Cuadro 4.** Principales limitantes que inciden en la cantidad y calidad de la producción del café en la comunidad de Cerro Cuate, Iliatenco, Guerrero.

Etapa	Limitante
Producción	Áreas reducidas y accidentadas para el cultivo de café.
	Baja asesoría para el control de plagas y enfermedades.
	No hay programas para el control de malezas
	Insuficientes podas de renovación para mantener una producción alta y rentable por unidad de superficie.
	Reducción de producción por bajos precios, cambio de clima, plagas y enfermedades
Cosecha	Poco rentable hacer varios cortes para selección de grano maduro. Sólo se realizan de dos a tres cortes.
Beneficiado húmedo	Baja producción de café pergamino por escasa tecnología. Despulpado con maquinaria manual. Fermentación rústica. No se controla el tiempo de fermentación
Beneficiado seco	No se controla la humedad al porcentaje recomendado (12%)
	No se establece tiempo de exposición del grano al sol.
	No hay selección de grano por tamaño, densidad, color, humedad
Tueste y almacenamiento	El secado es a la intemperie y en piso rústico
	No se realiza el tueste para comercializar, sólo para el autoconsumo y en comal. No cuentan con tostador.

- Pérez P.J.R., Díaz C.S. 2000. El café bebido que conquista al mundo. Universidad. Autónoma de Chapingo. México. 151 p.
- PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2007. Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo Sustentable del Municipio de Iliatenco, Montaña de Guerrero. Serie: Ordenamientos. México. Primera edición. 113 p.
- Sánchez-Carrillo D., Valtierra-Pacheco E. 2003. La organización social para el aprovechamiento de la palma camedor (*Chamaedora* spp.) en la selva Lacandona, Chiapas. *Agrociencia* 37: 545-552.
- Santoyo H., Ramírez P., Suvedi M. 2000. Manual para la evaluación de programas de desarrollo rural. México: Inca Rural, Michigan State University, UACH, CIESTAAM. 245 p.
- Vandermeer J.H. 2003. The coffee agroecosystem in the neotropics: combining ecological and economic goals. *In: Tropical Agroecosystems*. Estados Unidos, CRC Press. pp. 159-194.





# NIVEL DE HUMEDAD DEL SUELO EN EL ÚLTIMO RIEGO Y SU EFECTO PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI

## SOIL HUMIDITY LEVEL IN THE LAST IRRIGATION AND ITS EFFECT PRODUCTION IN WHEAT CULTIVATION, IN THE MEXICALI VALLEY

Cárdenas-Salazar, V.A.1; Escobosa-García, M.I.1\*; Bali-Khaled, M.2;  
Soto-Ortiz, R.1; Núñez-Ramírez, F.1; Avilés-Marin, S.M.1; Ruiz-Alvarado, C.1; Román-Calleros, J.A.1.

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, México. <sup>2</sup>University of California Kearney Agricultural Research and Extension Center, United State.

\*Autor por correspondencia: iescobosa@uabc.edu.mx

### INTRODUCCIÓN

## El Trigo

(*Triticum aestivum* L.) durante su desarrollo requiere de 4 a 6 riegos de auxilio, los cuales repone la humedad que el suelo ha perdido debido a la evapotranspiración del cultivo. La cantidad de riegos de auxilio depende principalmente de la textura de los suelos, así por ejemplo, los arenosos tienen menor capacidad de almacenamiento de humedad aprovechable (HA) y por lo tanto el cultivo expresará déficit de humedad en menor tiempo comparado con uno de textura arcillosa. En lo referente a dar el último riego de auxilio o no darlo, se tiene que considerar la etapa fenológica del cultivo y se recomienda darlo en estado lechoso del llenado de grano. Sin embargo, al encontrarse en etapa Lechoso-Masoso existe duda de aplicarlo por temor a que el cultivo disminuya su rendimiento al tener demasiada humedad en el suelo. Para determinar la Humedad del suelo se realiza por el método AS-05 de la NOM 021(2002); y es importante concientizar a los usuarios acerca de que el manejo del riego es un factor clave para evitar la erosión de los suelos, reduciendo los sólidos totales disueltos (Escobosa *et al.*, 2013), ahorrar agua, disminuir costos de producción, obtener mayor rentabilidad. Por ello, proporcionar capacitación personalizada a los productores (Escobosa *et al.*, 2015) es muy importante. La evaporación y transpiración ocurren simultáneamente, y no hay una manera sencilla de distinguir entre estos dos procesos. Aparte de la disponibilidad de agua en los horizontes superficiales, la evaporación de un suelo cultivado es determinada principalmente por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo y se expresa en mm, de tal forma que en una hectárea una pérdida de 1 mm de agua corresponde a una pérdida de 10 m<sup>3</sup> de agua, es decir cada día se consumen por evapotranspiración de un suelo húmedo de 4 a 10 mm, por lo tanto, cada día se consumen de 40 a 100 metros cúbicos por hectárea. Por tal motivo se determinó establecer este estudio donde el último riego se hizo coincidir con la etapa fenológica mencionada y aunado a ello se determinó la humedad aprovechable que tenía el suelo al momento de aplicarlo y ver su efecto en el rendimiento del cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se estableció en el valle de Mexicali en la parcela 967 del ejido Nuevo León correspondiente al módulo de riego número 10 en el ciclo otoño-invierno 2014-2015. El cultivo establecido fue el trigo (*Triticum aestivum*) de la variedad Río Colorado. Los tratamientos aplicados fueron: 1 aplicar riegos hasta etapa de grano lechoso (3 riegos de auxilio). Tratamiento testigo aplicar riego en etapa lechoso-masoso (4 riegos de auxilio) con 4 repeticiones en arreglo de bloques al azar. Las variables de estudio fueron Rendimiento de grano y lámina de riego aplicada al cultivo.

### Análisis del suelo en laboratorio

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Agua y Suelo del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y fueron los siguientes; textura, Capacidad de Campo, Porcentaje de Marchitez Permanente, Densidad Aparente y Porcentaje de Humedad de Suelo (Diario Oficial de la Federación 2002). La evapotranspiración se realizó por el Método FAO 56, Penman-Monteith considerado como el método estándar de todos los métodos combinados para estimar la evapotranspiración (ET) del cultivo de referencia.

Se hizo un muestreo compuesto del predio en donde se estableció el cultivo en la capa de 0-30 y en la capa de 30-60 y se llevó al laboratorio para que se de-

terminaran las constantes de humedad del suelo (Cuadro 1) con los valores obtenidos se estableció la humedad aprovechable correspondiente a dicho predio para calcular la lámina requerida (Diario Oficial de la Federación, 2002)

Una vez aplicado el riego de germinación se realizaron muestreos de suelos antes de cada riego de auxilio para establecer el nivel de humedad que tenía el suelo durante el desarrollo del cultivo (Figura 1).

El muestreo se realizó en cuatro diferentes sitios del predio a las dos profundidades señaladas. Después del último riego de auxilio se realizaron muestreos de humedad hasta la cosecha del cultivo para determinar la humedad residual que utilizó el cultivo del trigo (Figura 2).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 2, en donde se muestran los valores de evapotranspiración del cultivo de trigo a través de todo su ciclo vegetativo, considerando el inicio del consumo de humedad al aplicar el riego de germinación y concluye al momento de la cosecha.

**Cuadro 1.** Características físicas del predio donde se estableció el estudio.

Profundidad (cm)	Textura	D. Aparente (g cm <sup>3-1</sup> )	CC (%)	PMP (%)	Humedad Aprovechable (%)
0-30	Arcillosa	1.15	38.25	20.17	18.08
30-60	Arcillosa	1.18	37.78	19.52	18.26



**Figura 1.** Muestreo de humedad del suelo antes de cada riego de auxilio durante el desarrollo del cultivo.



**Figura 2.** Muestreo de humedad del suelo hasta la cosecha.

**Cuadro 2.** Resultados de la evapotranspiración del cultivo de trigo con cuatro y tres riegos de auxilio.

Riegos	Intervalo del ciclo vegetativo	Lámina 4° auxilio	Evapotranspiración cuatro riegos	Lámina Aplicada 3° auxilio	Evapotranspiración tres riegos
Pre siembra	0	12.70		12.70	
1° de auxilio	46	9.65	9.65	9.65	9.65
2° de auxilio	28	9.81	9.81	9.81	9.81
3° de auxilio	21	9.67	9.67	9.67	9.67
4° de auxilio	21	5.61	5.61		
Cosecha	60		11.26		12.70
Sumatoria	176 d	47.44 cm	46.00 cm	41.83 cm	41.83 cm

Con estos resultados se puede apreciar que los riegos se aplican cuando se ha consumido más de la mitad de la humedad aprovechable a excepción del cuarto riego, el cual se dio con un 52% de Humedad Aprovechable y el grano en la espiga estaba en estado Lechoso Masoso. Pero en el tratamiento de tres riegos de auxilio se dejó esa humedad para que el cultivo continuara su desarrollo hasta cosecha.

Para las variables de rendimiento, se tomaron muestras de plantas en 1 m<sup>2</sup> por cada repetición y se realizó la siega con una hoz y posteriormente se hizo la trilla en una maquina estacionaria. El tratamiento con cuatro riegos obtuvo un promedio de 5454 kg ha<sup>-1</sup> y el tratamiento con tres riegos un rendimiento promedio de 6638 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 3).

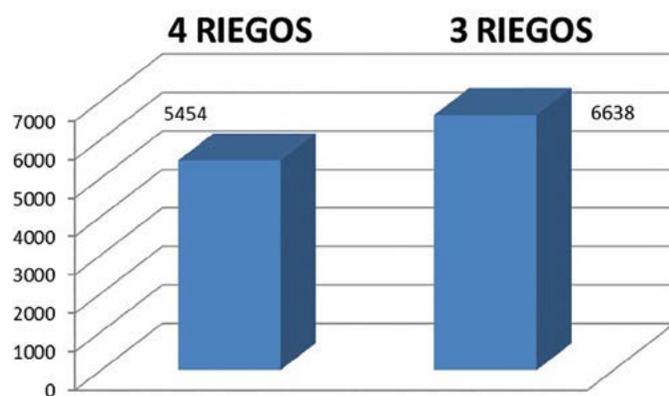
## CONCLUSIONES

La lámina de evapotranspiración para el cultivo de trigo en el tratamiento de tres riegos fue de 41.83 cm y en el de cuatro riegos se obtuvo una lámina de 46 cm por lo que disminuye la evapotranspiración en 4.17 cm. El ren-

dimiento del tratamiento con tres riegos fue superior al de cuatro. Para el presente caso, regar cuando el grano está en estado lechoso-masoso afecta negativamente el rendimiento considerando que en el suelo haya más del 50% de humedad aprovechable. Es necesario conocer las condiciones físicas del suelo para definir el tiempo de suspensión del riego, y así evitar pérdida de agua y sólidos totales disueltos (Bali et al., 2001)

## LITERATURA CITADA

- Aguilar S. A. 1988. Métodos de Análisis de suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia de Suelo A. C. Departamento de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Aguilera C. M., R. Martínez E. 1980. Relaciones agua suelo planta atmósfera. Departamento de Enseñanza Investigación y Servicio en Irrigación. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, 2ª Edición.
- Bali K.M., Grismer M. E., Tod I. C. 2001. Reduced-Runoff Irrigation of Alfalfa in Imperial Valley, California. Journal of irrigation and drainage engineering. May-June pp: 123-130
- Diario Oficial de la Federación. 2002. Norma Oficial Mexicana. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>.
- Escobosa M. I. 2013. El riego: Factor clave para evitar la erosión. AgroProductividad. Año 6, Vol. 6 No. 4. P 59-63
- Escobosa M.I. 2015. La capacitación: factor clave para el éxito agrícola en el distrito de riego 002 (DDR 002), en Baja California. AgroProductividad. Año 8, Vol. 8 No. 4. P. 48-50.
- Food and Agriculture Organization Irrigation and Drainage.2006. Paper No. 56 (FAO-56)
- García C. I., Briones G. S.1997. Sistemas de riego por aspersión y goteo. Editorial Trillas. UAAN. México.
- Ortiz B. 1986. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo/ Departamento de suelo. México.
- Palacios V. E. 1981. Manual de operación de los distritos de riego. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Irrigación. Universidad Autónoma.de Chapingo, Chapingo, México. 3ª Edición.
- Soil and Plant Analysis Council Inc. 1999. Soil analysis handbook of reference methods. CRC Press.



**Figura 3.** Resultados del promedio de rendimiento kg ha<sup>-1</sup> de de grano de trigo (*Triticum aestivum*).



## LOS ANIMALES DOMÉSTICOS EN EL MODO DE VIDA DE LAS ETNIAS DE LA MONTAÑA DE GUERRERO, MÉXICO

### DOMESTIC ANIMALS IN THE INDIGENOUS PEOPLE LIVELIHOOD OF THE MOUNTAIN OF GUERRERO, MÉXICO

Vargas-López, S.<sup>1</sup>; Bustamante-González, A.<sup>1</sup>; Delgado-Alvarado, A.<sup>1</sup>; Zaragoza-Ramírez, J.L.<sup>2\*</sup>; Aceves-Ruiz, E.<sup>1</sup>; Olvera-Hernández, J.I.<sup>1</sup>; Zepeda-Casillas, L.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, MAP Montaña de Guerrero. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México. <sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México.

\*Autor de correspondencia: huexotla2001@hotmail.com

#### ABSTRACT

**Objective:** The objective was to analyze the way the native families from Guerrero Mountain integrated domestic animals to strategies for their own lives to satisfied food needed, income and productive goods.

**Design/methodology/approximation:** Two hundred and twelve Mestizo, Na savi, Nahuatl and Me'phaa producers were randomly selected to be directly and personal interviewed. Sample size was calculated based on maximum variance (0.25) and margin error of 6.5%. information about labor, productive activities and recollection, external income, and grain production was recorded. Factor analysis and cluster analysis were multivariate technique used.

**Results:** Six ways of living were identified, four of them integrated domestic animals, but all of them integrated agriculture. Dominating ways of living were Forest-Agriculture-Cattle raising-Migration (28.8%), Agriculture-Cattle raising (27.4%) and Agriculture-Cattle raising-Migration (17%). The Mestizo families and Nahuatl had easily access to productive resources than native Na savi and Me'phaa families. The current productive activities were originated since colonial time and through time immigration was integrated as income diversification.

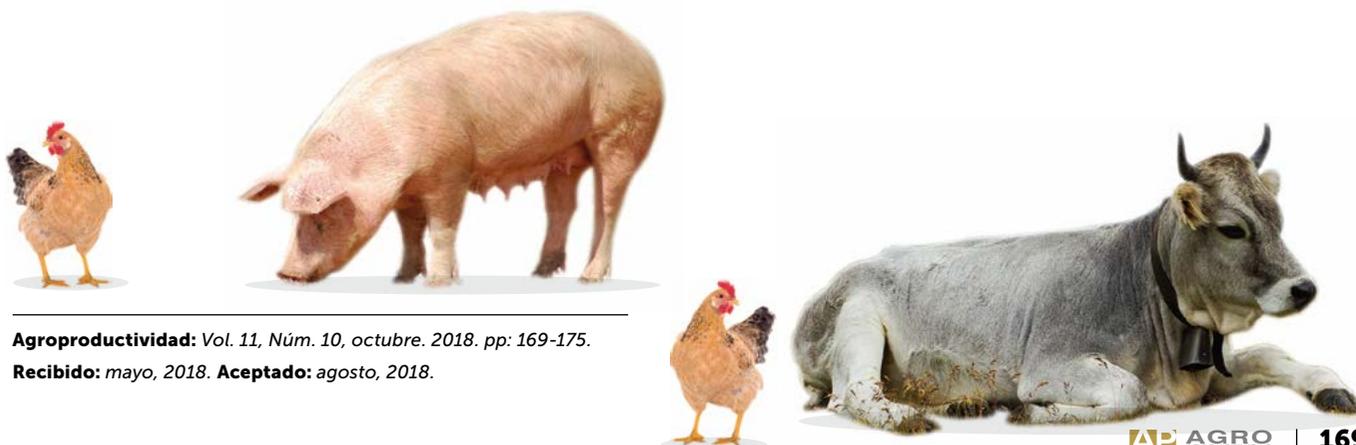
**Findings/Conclusions:** Integration of domestic animals and combination of labor land, forest depending on the age and experience years of producers. The absence of domestic animals motivated immigration as a source of income.

**Limitation of the study/implication:** The experience years of producers, easily access to productive resources and the needs of the native families form the Guerrero Mountain were determining to living way of peasants.

**Keywords:** Income, labor, migration, milpa, land.

#### RESUMEN

**Objetivo:** El objetivo fue analizar la manera de integrar animales domésticos a estrategias de vida por las familias de las Etnias de la Montaña de Guerrero, para satisfacer sus necesidades de alimentos, de ingresos y de bienes.



**Agroproductividad:** Vol. 11, Núm. 10, octubre. 2018. pp: 169-175.

**Recibido:** mayo, 2018. **Aceptado:** agosto, 2018.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se entrevistó a 212 productores mestizos, Na savi, Nahuá y Me'phaa elegidos aleatoriamente. El tamaño de muestra se calculó con base a máxima varianza (0.25) y un margen de error de 6.5%. Por entrevista directa se obtuvo información de la familia, mano de obra, actividades agropecuarias y de recolección, ingreso externo y producción de granos. Los métodos análisis de factores y agrupación por clusters fueron empleados.

**Resultados:** Se identificaron seis modos de vida, cuatro integraron animales domésticos y todos integraron agricultura. Los modos de vida dominantes fueron Bosque-Agricultura-Ganadería-Migración (28.8%), Agricultura-Ganadería (27.4%) y Agricultura-Ganadería-Migración (17%). Las familias mestizas y Nahuas tuvieron mayor acceso a recursos productivos que las familias de etnias Na savi y Me'phaa. Las actuales actividades productivas se originaron en la época colonial y con el tiempo se integró la migración, al modo de vida, para diversificar el ingreso.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Los años de experiencia, la facilidad de acceder a los recursos productivos y la necesidad de las familias de las etnias de la montaña de Guerrero fueron determinantes para los modos de vida campesina.

**Hallazgos/conclusiones:** La integración de animales domésticos y la combinación de la tierra de labor, el bosque y los animales domésticos dependió de la edad y experiencia del productor. La ausencia de ganado doméstico motiva la migración como fuente de ingresos.

**Palabras clave:** Ingresos, mano de obra, migración, milpa, tierra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La región de la Montaña de Guerrero (México) registra la mayor población indígena del estado de Guerrero, y tres etnias ocupan espacios importantes: los nahuas en el centro-norte, los Na savi en la parte oriental y los Me'phaa en el sur (Martínez, 2008). Los climas predominantes de la región de la Montaña son cálidos, semiáridos y templados. Los tipos de vegetación son la selva baja caducifolia, bosques de pino y encino. La agricultura de temporal y la ganadería extensiva son las actividades dominantes (Hernández y Hernández, 2007).

La unidad básica de estudio fue la unidad de producción, que es donde interactúan las actividades de los integrantes de la familia (Nap, 1994). La base metodológica se retomó de los medios de vida de Chambers y Conway (1991), los bienes culturales (Bebbington, 1999) y las opciones de uso del suelo y los patrones de consumo (Lerner *et al.*, 2013). La información se obtuvo de una muestra de 212 familias seleccionadas con muestreo simple aleatorio (Scheafer *et al.*, 2007), con un margen de error del 6.7% y una varianza máxima de 0.25. Los activos constituyen típicamente una estrategia de subsistencia, identificados como las fuentes de ingreso, crédito o subsidios, tierra, ganado, organizaciones y redes comunitarias, bienes materiales y humanos (Ellis, 2000). Para el análisis se utilizó el paquete estadístico SAS<sup>®</sup> versión 9.4 para ambiente Windows (SAS, 2003). Con análisis multivariado se identificaron los componentes (PROC FACTOR) y la tipificación de los modos de vida (PROC CLUSTER) con el método de agrupación de Ward (Ward, 1963); lo cual permitió de manera jerárquica formar grupos. La caracterización

## INTRODUCCIÓN

La Montaña de Guerrero (Guerrero, México) tiene serias limitaciones socioeconómicas que acentúan las dificultades para vivir en esta región; lo que hace interesante responder a la pregunta de cómo participa la crianza de animales domésticos en las estrategias de modo de vida y qué resultados se alcanzan con la misma. El modo de vida representa la manera de como un grupo social produce para satisfacer sus necesidades, como se relacionan, modifican o controlan el medio ambiente en el que les toca desenvolverse para generar respuestas que reflejan precisamente ese grado de desarrollo (Vargas-Arenas, 1985). La milpa (asociación de cultivos) fue la estrategia de modo de vida más común de las familias desde tiempos prehispánicos y con la idea de diversificar los cultivos los campesinos incorporaron a los animales domésticos, como fuente de alimento e ingresos económicos (Eakin, 2005). También, la ocupación fuera de los hogares se ha reconocido como actividades generadoras de ingresos en el medio rural (de Janvry y Sadoulet, 2001). Según Altieri y Nicholls (2008), la diversificación es por lo tanto una estrategia importante para el manejo del riesgo en los sistemas agropecuarios. El presente estudio tuvo como objetivo analizar las formas de cómo las familias integran a los animales domésticos a sus actividades productivas, activos, y como acceden a recursos para satisfacer sus necesidades de alimentos, ingresos y bienes, en la Montaña de Guerrero, México.

de los modos de vida se realizaron con análisis descriptivos y de varianza para variables cuantitativas, y  $\chi^2$  (chi-cuadrado) para variables cualitativas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los factores que tuvieron relación con los modos de vida en la Montaña de Guerrero fueron la mano de obra, el tipo de productor, la tierra de cultivo, ingresos y el grano de maíz (*Zea mays* L.) utilizado en la ganadería (Figura 1). La mano de obra de la unidad de producción explicó 18.3% de la varianza de los datos y se desagregó en los jornales de las personas que trabajan la milpa y la ganadería. El factor tipo de productor explicó 11.6% de la varianza de los datos y las variables con la mayor carga en el factor fueron la edad y años de experiencia en la cría de animales. El factor tierra de cultivo explicó 10.7% de la varianza y fue la superficie de tierra que se utilizó para la siembra de la milpa la variable que más contribuyó en el factor. Los ingresos externos explicaron 9.2% de la varianza, el cual se considera como parte del proceso de desarrollo de una región señalado por Manning y Taylor (2014). El consumo de grano de maíz por los animales contribuyó con 7.5% de la varianza explicada. Los activos en el hogar contribuyeron con 6.8% de la varianza y estuvieron representados por la tierra total, la tierra de uso forestal y la carga animal. El último factor considerado fue la migración (6.2% de la varianza), el número de las personas que migran y el ingreso destinado a la alimentación de la familia fueron las variables con mayor carga estadística. El análisis de factores indicó que las formas de vida en la Montaña, dependen de la experiencia de los productores, los activos del hogar y del acceso a estos activos, que generalmente se relacionan con la edad; donde los adultos mayores tienen mayor acceso a recursos que las generaciones más recientes.

Como lo indica la Figura 1, existen dos agrupaciones de formas ("modos") de vida en la Montaña. El primero, representado por los medios de vida Bosque-Agricultura-Migración y Bosque-Agricultura, los cuales son el medio de subsistencia de las familias más pobres, con suficientes jornales y sin animales domésticos. El segundo, conformado por los modos de vida Bosque-Agricultura-Ganadería-Migración, Agricultura-Ganadería-Migración, Agricultura-Ganadería y Bosque-Agricultura-Ganadería, caracterizados por una mayor diversidad de actividades productivas y de recolección.

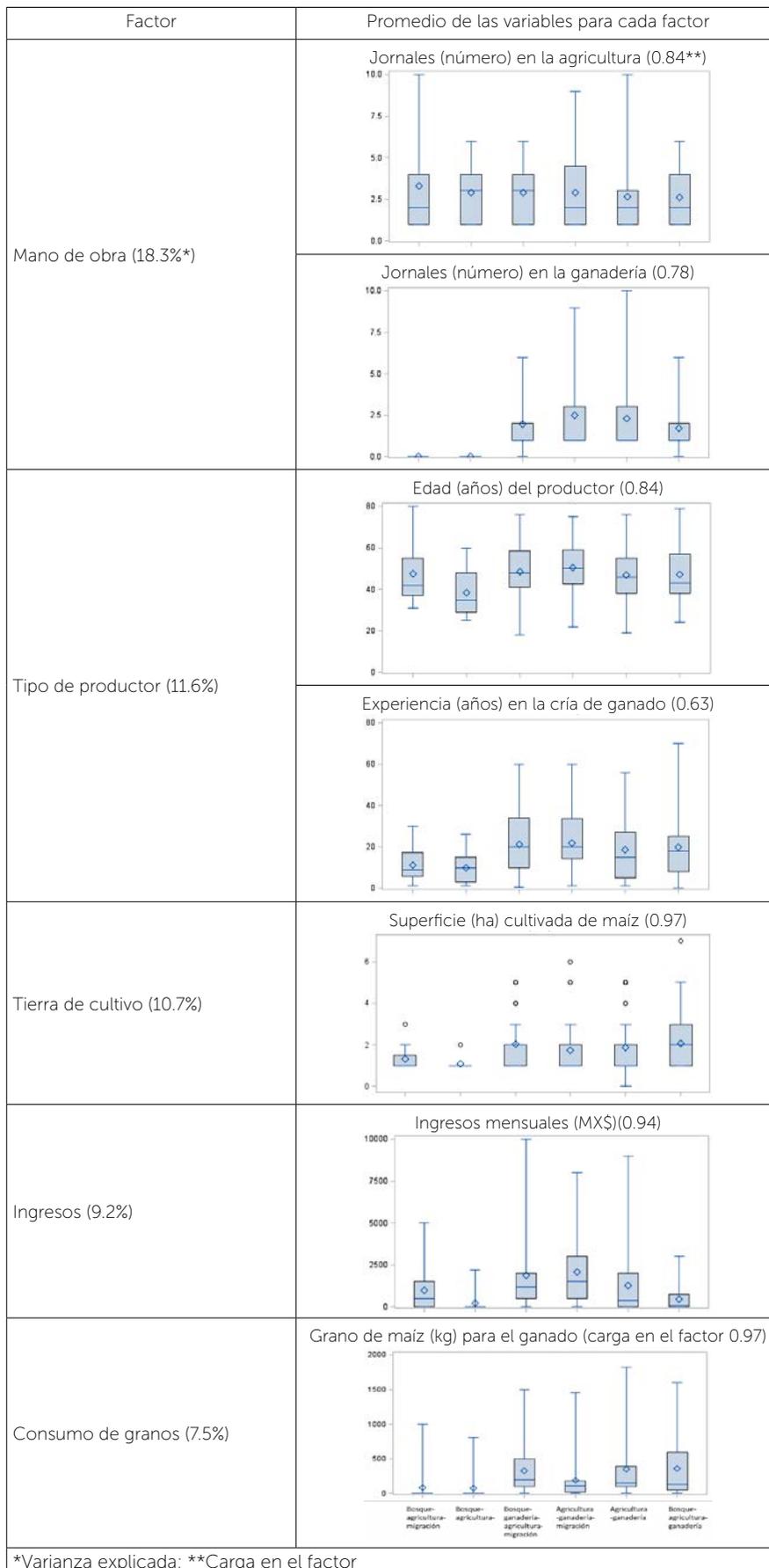
El aprovechamiento del bosque es de baja intensidad, se extrae leña, madera para uso doméstico y fibra (pal-

ma) para elaborar sombreros. Las tierras cubiertas de bosques disminuyeron por la extracción maderera en el siglo pasado y la roza-tumba-quema para la agricultura. En la agricultura predomina el sistema milpa de temporal y en menor proporción el cultivo del café. El manejo de la milpa ha cambiado en los últimos 30 años con el uso de herbicidas para el control de malezas y de variedades de maíz híbrido. La agricultura de temporal y la práctica de la ganadería extensiva son actividades estrechamente relacionadas en la región (Martínez, 2008).

El uso de animales domésticos en las unidades de producción está muy arraigado en la región desde la época colonial, como lo señalaron García (1940), García (2002) y Martínez (2008). Se crían aves y en menor cantidad los caprinos, porcinos y bovinos (Millán, 2008). El ganado mayor se vende para yuntas y carne, produce leche para elaborar queso para auto abasto y venta; el caballar y mular para el transporte; los ovinos y caprinos para venta; los pavos, pollos, gallinas y cerdos se destinan al consumo de la familia y venta (Martínez y Obregón, 2002; Dehouve et al., 2004). A continuación se describen los modos de vida en mención:

El modo de vida **Bosque-Agricultura-Migración** es de poca importancia y es utilizado por 5.7% de la población de estudio. Los jefes de familia están dentro del grupo de menos edad y muy escasa experiencia en la producción de ganado. Estos son los productores que al no contar con animales tienen la mayor facilidad para migrar con la familia y sólo regresan a sembrar sus tierras en la época de lluvia. La etnia Na savi tuvo como modo de vida más importante al Bosque-Agricultura-Migración (66.7%). La migración, según Manning y Taylor (2014), es una característica por excelencia del desarrollo, que puede facilitar esta transición. Una ventaja que tiene este modo de vida en la región puede estar explicado con lo señalado por López-Feldman y Chávez (2017), en el sentido de que los ingresos por la migración reducen la presión que ejercen las poblaciones locales sobre la base de recursos naturales.

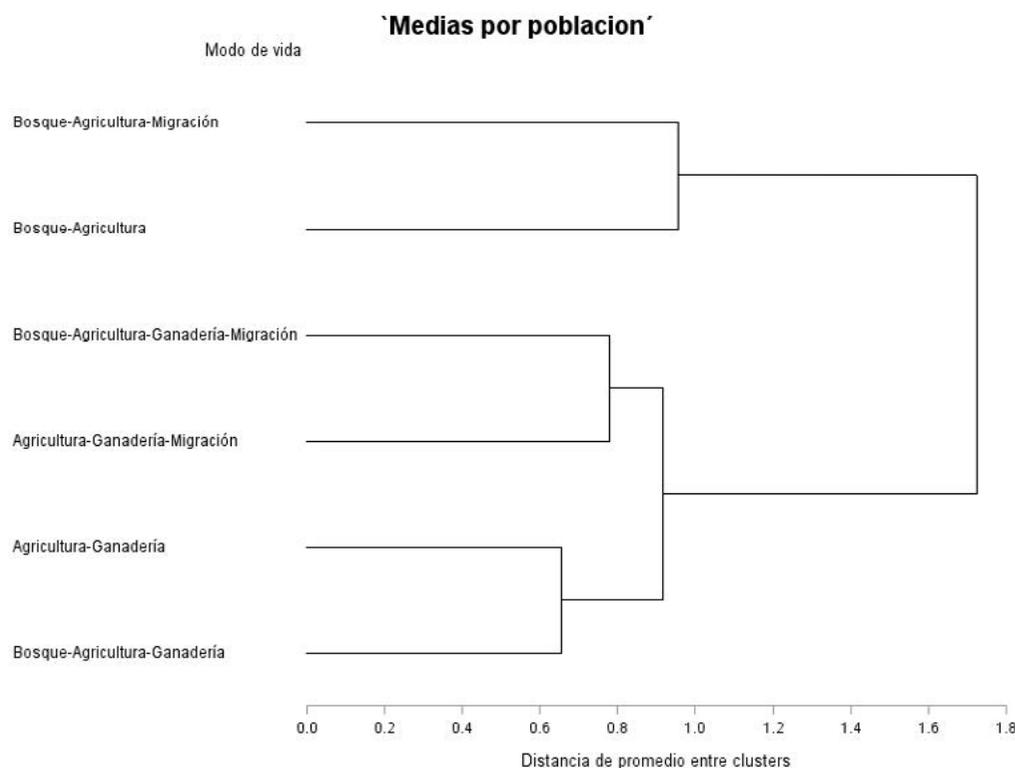
El modo de vida **Bosque-Agricultura** es el menos importante y lo utiliza 4.7% de la población de estudio. Son los jefes de familia con menos edad (38.3 años) y escasa experiencia en la cría de animales, los cuales registraron una hectárea de tierra. Este tipo de familias por no migrar están dentro de las personas con menos activos para vivir y su ingreso para la subsistencia generalmente



**Figura 1.** Factores y promedio de las variables que determinan los modos de vida de la Montaña de Guerrero, México.

lo obtienen como jornaleros (empleados rurales) en la región. Las familias son las más numerosas (7 personas) y la mano de obra se utiliza para la agricultura (Figura 1). Como lo indicaron Paxton y Young (2011), estas unidades de producción son las que tienen los ingresos económicos y ahorros más bajos. La etnia Na savi (60%) y Me´phaa (20%) tuvieron como modo de vida al Bosque-Agricultura.

El **Bosque-Agricultura-Ganadería-Migración** fue el modo de vida más importante en las familias de la región de la Montaña (28.8%) y de la etnia Nahua (37.7%). En la Figura 1, se observa que este modo de vida incluyó a los campesinos de más edad (48.5 años), con 21.4 años de experiencia en ganadería y con la mayor cantidad de medios de producción, 9.7 ha de tierra de tipo comunal y ejidal y 4.3 ha de bosque. Los rendimientos de grano de maíz fueron los más altos (1242.7 kg ha<sup>-1</sup>) y se utilizan 324.6 kg para la alimentación de los animales. En la ganadería tienen animales de traspatio, caprinos, bovinos y equinos. Los ingresos mensuales son de MX\$1,866.1, y 47% del mismo se destina a la alimentación de la familia. La ocupación de los integrantes de la familia fue para migración (2.1 personas), apoyo en la agricultura (2.9 personas) y cuidado del ganado (2.0 personas). La contribución de este modo de vida para cada grupo social se presenta en la Figura 3, la etnia Nahua tuvo mayor porcentaje de tierra de pequeña propiedad y el segundo lugar en tierras de agostaderos y vacas; los de origen mestizo fueron de mayor porcentaje en bosque, tierra de riego, agostadero, cerdos, ovejas, cabras, vacas y carga ganadera; mientras que los Na savi tuvieron mayor cantidad de tierra



**Figura 2.** Agrupación de las formas de vida (modos) de los habitantes en la montaña de Guerrero, México.

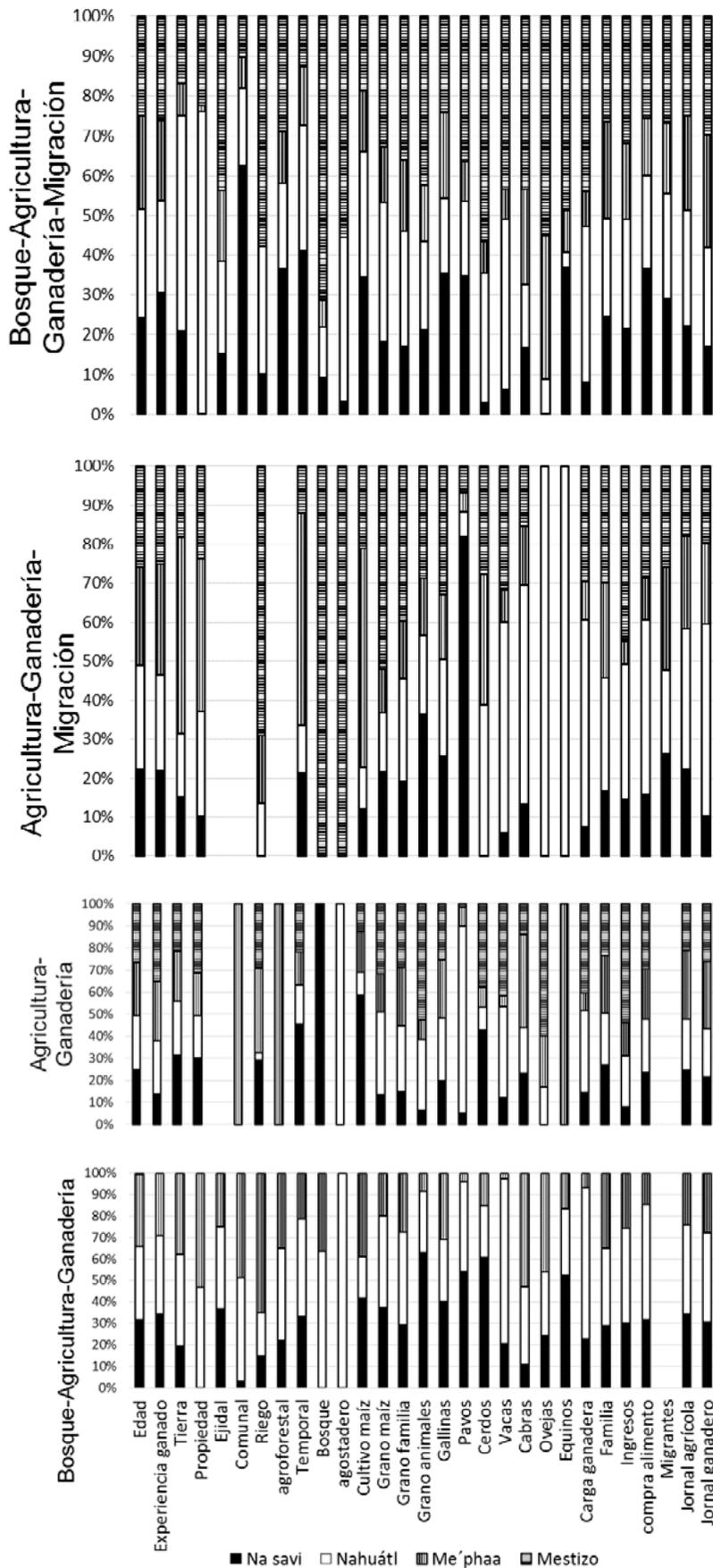
comunal de temporal para sembrar maíz y mayor compra de alimento comercial para el ganado.

El modo de vida **Agricultura-Ganadería-Migración** es de importancia media, utilizado por el 17% de la población. En el análisis de varianza (Figura 1) mostró que los jefes de familia tuvieron la mayor edad (50.3 años) y fueron los segundos por su experiencia en la cría de ganado (22 años). La tierra propia fue escasa (2.3 ha), pero tienen tierras comunales para el pastoreo de ganado. El rendimiento de grano de maíz fue el segundo más importante (1110 kg ha<sup>-1</sup>) y utilizaron 186 kg para la alimentación animal. Es la agrupación con la menor carga ganadera de las que tuvieron ganado (4.7 UA). Las familias tuvieron 5.8 integrantes, de estos migran dos fuera, 2.9 ayudan en la agricultura y 2.5 personas cuidan del ganado. Los activos de cada grupo social (Figura 3) indican que los hogares de mestizos tuvieron mayor porcentaje de tierras de agostaderos y bosques, grano de maíz e ingresos; los Nahua mayor porcentaje de ganado y jornales para el cuidado de ganado; los Me'phaa mayor porcentaje de tierras de temporal para la siembra de maíz y la crianza de cerdos, y los Na savi mayor porcentaje de pavos (*Meleagris gallopavo* L.) y granos para alimentarlos. La disponibilidad de estos activos tuvo relación con el proceso histórico de ocupación y desarrollo de estos grupos sociales en su territorio.

La **Agricultura-Ganadería** fue el segundo modo de vida más importante (27.4%) en la región y para la etnia Me'phaa (50%). Los titulares del hogar fueron los segundos de más edad (47 años), con 18.5 años de experiencia en la ganadería, 3.6 ha de tierra total y 2.8 ha de pequeña propiedad. Las familias de esta agrupación tuvieron más ganado (5 unidades animal). Las familias fueron de cinco integrantes, de los cuales, 2.6 trabajan en las actividades agrícolas y 2.3 personas cuidan el ganado. Los resultados de la Figura 3 muestran que en este modo de vida los Na savi registraron mayor

porcentaje de tierras de bosques, tierras de cultivo de temporal y cerdos (*Sus scrofa domestica* L.); los Nahua mayor tierra de agostaderos y grano de maíz para la alimentación de pavos y vacas (*Bos taurus* × *Bos indicus*); los Me'phaa mayor porcentaje de tierras de agostaderos comunales para la crianza de cabras (*Capra aegagrus hircus*) y equinos (*Equus ferus caballus* L.), y los mestizos mayor porcentaje de ingresos, ovejas (*Ovis orientalis* L.), vacas, cerdos y granos.

El **Bosque-Agricultura-Ganadería** es un modo de vida de importancia media para la región y lo utiliza 16.5% de la población. También, este fue el modo de vida dominante para la etnia Nahua (42.3%). Los productores fueron de edad intermedia (47.1 años) y 19.8 años de experiencia en ganadería, con poca tierra en propiedad (5.1 ha) y 4.5 ha de bosque. El rendimiento de maíz es el más alto de la región (1153.4 kg ha<sup>-1</sup>) y usan 512.6 kg para la alimentación de animales. La carga de ganado es la más alta (8.2 UA). Estas unidades de producción cubren sus necesidades de autoempleo, las familias tienen 5.6 integrantes, de estos, 2.6 personas ayudan a la agricultura y 1.7 personas manejan los animales. En la Figura 3 se observa que en el modo de vida Bosque-Agricultura-Ganadería, los Na savi destinaron mayor proporción de granos de maíz para la cría de pavos, cerdos, equinos, y complementan estos alimentos con



**Figura 3.** Distribución de las variables socioeconómicas y activos (%) de los grupos sociales en los modos de vida en la Montaña de Guerrero, México.

la compra de granos. La etnia Nahuatl registró mayor porcentaje de tierras de agostaderos y bosques que fueron utilizados para la crianza de bovinos. Los Me'phaa tuvieron mayor porcentaje de tierras de pequeña propiedad para la crianza de cabras, ovejas y siembra de maíz.

### CONCLUSIONES

Los hogares en la Montaña de Guerrero viven del aprovechamiento del bosque, la milpa, la crianza de animales domésticos y de la migración. Existen dos agrupaciones de modos de vida, el primero integra actividades agroforestales-migración y el segundo, además de las anteriores, el uso de animales domésticos. Los modos de vida dominantes fueron Bosque-Agricultura-Ganadería-Migración, Agricultura-Ganadería y Agricultura-Ganadería-Migración. Los campesinos que viven sólo del sistema milpa pertenecen a los grupos étnicos que habitan en áreas de montaña alta, con escaso acceso a la tierra para cultivos. La migración y el trabajo fuera de la unidad de producción son la principal fuente de ingresos externos y le proporciona dinamismo a la unidad de producción por tener el capital para la compra de activos y alimentos. La etnia Nahuatl utilizó principalmente los medios de vida sin animales domésticos. Los hogares de mestizos, Nahuatl y Me'phaa tuvieron el mayor acceso a recursos e ingresos. La diferenciación de los modos de vida en los grupos sociales bajo estudio tuvo relación con los procesos históricos de colonización del territorio, acceso a recursos y los ingresos externos a la unidad de producción.

## LITERATURA CITADA

- Altieri M.A., C. Nicholls. 2008. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. *Agroecología* 3: 7-28.
- Bebbington A. 1999. Capitals and capabilities: A framework for analyzing peasant viability, rural livelihoods and poverty. *World Development* 27(12): 2021-2044.
- Chambers R., G.R. Conway. 1991. Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century. IDS Discussion Paper 296. Institute of Development Studies (UK), 33 p.
- De Janvry A., E. Sadoulet. 2001. Income strategies among rural households in Mexico: The role of off-farm activities. *World Development* 29 (3): 467-480.
- Dehouve D., R.D. Cervantes., H. Ulrik. 2004. La vida volante: pastoreo trashumante en la Sierra Madre del Sur, ayer y hoy. *Jorale Editores S.A. de C.V.* 135 p. México, D.F.
- Eakin H. 2005. Institutional change, climate risk, and rural vulnerability: Cases from central Mexico. *World Development* 33(11): 1923-1938.
- Ellis F. 2000. The determinants of rural livelihood diversification in developing countries. *Journal of Agricultural Economics* 51(2): 289-302.
- García C.M. 1940. Economía de la región indígena mixteca. *El Trimestre Económico* 7,26 (2): 231-270.
- García M.E., 2002. El ganado comunal en la Mixteca Alta: de la época colonial al siglo XX. El caso de Tepelmeme. *Historia Mexicana* LI(4): 749-785.
- Hernández M.T., B.R. Hernández. 2007. Pueblos indígenas de México y agua: Nahuas de Copanatoyac, Montaña de Guerrero, México. En: [http://www.unesco.org.uy/shs/red-bioetica/fileadmin/phi/aguaycultura/Mexico/11\\_Nahuas\\_de\\_Copanatoyac.pdf](http://www.unesco.org.uy/shs/red-bioetica/fileadmin/phi/aguaycultura/Mexico/11_Nahuas_de_Copanatoyac.pdf) (Consultada en septiembre de 2016).
- Lerner A.M., H. Eakin, S. Sweeney. 2013. Understanding peri-urban maize production through an examination of household livelihoods in the Toluca Metropolitan Area, Mexico. *Journal of Rural Studies* 30: 52-63.
- López-Feldman A.L., E. Chávez. 2017. Remittances and Natural Resource Extraction: Evidence from Mexico. *Ecological Economics* 132: 69-79.
- Manning D.T., J.E. Taylor. 2014. Migration and fuel use in rural Mexico. *Ecological Economics* 102: 126-136.
- Martínez R.M. 2008. La montaña de Guerrero: Una redefinición. *Oxtotitlan Itinerancias Antropológicas* 1(2): 12-21.
- Martínez R.M., Obregón T.J. 2002. Acercamiento etnográfico a Tlapa y sus comunidades, Ediciones Titan S.A. de C.V. México D.F. 284 p.
- Millán S. 2008. Región Sur. Tomo 2 Chiapas, Guerrero y Morelos, condiciones socioeconómicas y demográficas de la población indígena. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México. CDI, PNUD, 176 p.
- Nap G. 1994. Review. Smallholders, householders: Farm families and the ecology of intensive, sustainable agriculture. *Annals of the Association of American Geographers* 84(2): 314-317.
- Paxton J., L. Young. 201. Liquidity profiles of poor Mexican households. *World Development* 39(4): 600-610.
- SAS. 2003. Statistical analysis system. User's Guide: Statistics, Version 9.0. SAS Institute, North Carolina, USA.
- Scheaffer RL, Mendenhall W, Ott L. 2007. Elementos de muestreo. 6ta Ed. Madrid, España: Thomson-Paraninfo S.A. 480 p.
- Vargas-Arenas I. 1985. Modo de vida: categoría de las mediaciones entre formación social y cultural. *Boletín de Antropología Americana* 12:5-16.
- Ward J. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association* 58 (301): 236-244.





# GOATS (*Capra hircus*) OF LA CAÑADA IN THE MOUNTAIN OF GUERRERO, MEXICO

## LAS CABRAS (*Capra hircus*) DE LA CAÑADA EN LA MONTAÑA DE GUERRERO, MÉXICO

Melchor-García, J.<sup>1</sup>; Vargas-Monter, J.<sup>2</sup>; Bustamante-González, A.<sup>3</sup>; Vargas-López, S.<sup>3\*</sup>;  
Delgado-Alvarado, A.<sup>3</sup>; Olvera-Hernández, J.I.<sup>3</sup>

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, <sup>1</sup>Estudiante graduado de la Maestría en Desarrollo Sostenible de Zonas Indígenas. <sup>2</sup>Ingeniería en Producción Animal, Tepatepec Hidalgo. <sup>3</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, MAP Montaña de Guerrero. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México.

\*Autor de correspondencia: svargas@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To characterize and identify goat populations (*Capra hircus*) in the area of La Cañada in the state of Guerrero, Mexico.

**Methodology:** In a sample of 263 two-year-old goats, live weight, nine qualitative racial variables and 17 body measurements were determined. The information was analyzed with descriptive statistics, canonical discriminant analysis and variance to define and characterize goat groupings.

**Results:** The goat populations (*Capra hircus*) were Creole, with red and black coat colors, and live weight of 19.5 to 62.6 kg. The canonical discriminant analysis showed that the thoracic perimeter, height at the withers, height of the ischium and ileum, face width, encounter diameter, cane perimeter, length and width of the rump presented greater discriminant power of the populations. Four types of goats were identified: crossed goats, hill Creole goats, Creole goats, and piedmont Creole goats. The hill and piedmont Creole goats are corpulent and have strong legs, whereas the crossed and Creole goats are of small size.

**Implications:** Environmental differences and the genetic goat type used in the crosses explain the ecotypes differences of local goats.

**Conclusions:** The morphotype of the goats was determined by the biophysical conditions of the territory and the origin of the progenitors. The raising of goats in hills areas provided the conditions to produce larger goats compared to flat areas that had smaller goats.

**Keywords:** Creole goat, discriminant analysis, zoometry.

### RESUMEN

**Objetivo:** Caracterizar e identificar a las poblaciones de cabras (*Capra hircus*) en la zona de la Cañada en el estado de Guerrero, México.

**Metodología:** En una muestra de 263 cabras, de dos años de edad, se determinó el peso vivo, nueve variables raciales cualitativas y 17 medidas corporales. Para definir y caracterizar a las agrupaciones de cabras la información se analizó con estadística descriptiva, análisis discriminante canónico y de varianza.

**Agroproductividad:** Vol. 11, Núm. 10, octubre. 2018. pp: 177-182.

**Recibido:** mayo, 2018. **Aceptado:** agosto, 2018.



**Resultados:** Las poblaciones de cabras (*Capra hircus*) son de tipo criollo, con capa colorada y negra y peso vivo de 19.5 a 62.6 kg. El análisis discriminante canónico encontró que el perímetro torácico, altura a la cruz, altura de isquion e ileon, ancho de cara, diámetro de encuentro, perímetro de caña, longitud y ancho de grupa, presentaron el mayor poder discriminante de las poblaciones. Se identificaron cuatro tipos de cabras: cruzadas, criollas de cerro, criollas y criollas de pie de monte. Las cabras criollas de cerro y pie de monte son grandes, presentan mayor corpulencia y tienen patas fuertes, mientras que las cabras cruzadas y criollas son de talla pequeña.

**Implicaciones:** La diferencia en los ecotipos de cabras locales se explica por las diferencias ambientales y el tipo genético utilizado en los cruzamientos.

**Conclusiones:** El morfotipo de las cabras estuvo determinado por las condiciones biófisicas del territorio y la procedencia de los progenitores. La crianza de cabras en áreas cerriles proporcionó las condiciones para producir cabras de mayor tamaño en comparación con las áreas planas que tuvieron las cabras de menor talla.

**Palabras clave:** Cabra criolla, análisis discriminante, zoometría.

## INTRODUCCIÓN

En el estado de Guerrero, México, la crianza de cabras (*Capra hircus*) se ha desarrollado en sistemas extensivos tradicionales, para la producción de carne, con caprinos autóctonos sin referencia histórica de mestizaje, denominados "ecotipos criollos", con características morfoestructurales adaptadas al medio ambiente donde se crían (Vargas-López et al., 2016). En la región de la Montaña de Guerrero se han evidenciado ecotipos de cabras locales, tales como la cabra Pastoreña y el mosaico Mixteco (Sierra et al., 1997; Sedano, 2012). Estos genotipos, por su rusticidad y adaptación a condiciones de cría desfavorables en las regiones de sierra y montaña, representan un recurso que proporciona beneficios a los productores de la región.

La importancia cultural, económica y social de la caprinocultura en la Montaña demanda identificar los ecotipos de las poblaciones caprinas presentes para establecer las bases para su conservación y mejora (Martínez-Rojero et al., 2014; Vargas-López et al., 2016). La caracterización de poblaciones se ha realizado a través de la faneróptica y la zoometría, apoyándose con análisis multivariado para identificar caracteres descriptivos propios de un tipo de población de cabras (Aziz y Al-Hur, 2013; El Moutchou et al., 2017). Por ello, el objetivo del estudio fue identificar y caracterizar a las poblaciones de cabras en la zona de la Cañada en el estado de Guerrero, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Huamuxtitlán de la zona de la Cañada, en el noreste de la región de la Montaña de Guerrero. La zona tiene altitud de 2000 m, con clima cálido-subhúmedo y precipitaciones de 750 a 2400 mm en los meses de junio-agosto y temperatura media de 23 °C (García, 1981). Se trabajó con una muestra de 263 cabras de dos años de edad de la zona de la cañada. Las variables fanerópticas registradas para cada ani-

mal fueron: raza, color de capa, tipo de cuernos, tamaño y dirección de las orejas, presencia y ausencia de perilla, como lo indicaron Bedotti et al. (2004). Las medidas corporales y zoométricas se tomaron siguiendo la metodología de Vargas-López et al. (2012) y fueron longitud de cabeza, ancho de cabeza, longitud de cara, ancho de cara, longitud de oreja, ancho de oreja, altura de la cruz, altura de ileon, altura de isquion, perímetro torácico, diámetro bicostal, diámetro dorsoesternal, distancia entre encuentros, diámetro longitudinal, ancho de la grupa, longitud de grupa, y perímetro de caña. La edad se determinó con la fórmula dentaria y la información del productor. El peso vivo se determinó con una báscula electrónica con capacidad de 100 kg. La zoometría se realizó con cinta métrica, compás de espesores y bastón zoométrico. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS para ambiente windows, se calcularon los estadísticos descriptivos para los caracteres fanerópticos y variables zoométricas (Aziz y Al-Hur, 2013). Mediante análisis discriminante canónico, se seleccionaron las variables zoométricas con mayor poder discriminante de las poblaciones de cabras y con éstas se calculó la probabilidad de incluir un animal en un determinado grupo (El Moutchou et al., 2017). La comparación de medias de las medidas zoométricas de las poblaciones se realizó con PROC GLM y la prueba de Tukey ajustada (SAS, 2014).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las poblaciones de cabras identificadas por sus características fanerópticas en la zona de estudio se presentan en el Cuadro 1. Por el carácter racial las poblaciones predominantes fueron el criollo (52.5%),

**Cuadro 1.** Descriptores fanerópticos de cabras de la zona de la Cañada en el estado de Guerrero, México.

Carácter	Descriptor	Frecuencia (%)	Carácter	Descriptor	Frecuencia (%)
Grupo racial	Criollo	52.5	Color de mucosa	Obscuro	86.4
	Orejonas	43.7		Pintas	10.1
	Cruzas	3.8		Rosadas	9.7
Color de Capa	Coloradas	28.2	Peso	≤30 kg	22.4
	Negras	27.5		30-40 kg	47.9
	Cafés	20.4		40-50 kg	25.5
	Pintas	15.3		≥de 50 kg	4.2
	blancas	4.7			
	bayas	3.9			
Tipo de cuerno	Curvo	96.6	Edad	≤2 años	26.2
	Recto	2.3		2-4 años	63.5
	Tipo prisco	1.2		≥4 años	10.3

Orejonas (43.7%) y otras cruzas (3.8%). El color de capa dominante fueron las coloradas (28.2%), negras (27.5%), cafés (20.4%), pintas (15.3%), blancas (4.7%) y bayas (3.9%).

La capa colorada y negra es una característica de la cabra criolla negra de México que deriva de la raza Granadina. Las capas blancas o bayas son descriptores de la cabra pastoreña del sur de México de origen celtibérico (Vargas-López, 2003). El mosaico de colores se relaciona con la introducción y cruzamiento de diferentes tipos genéticos (Hernández, 2000 y Vargas-López, 2003). En otras regiones, las cruzas con cabras comerciales Saanen originan capas blancas y con Toggenburg, el color de capa resultante es marrón, pardo o con manchas (Agraz, 1976). La forma del cuerno y el color de la mucosa no son descriptores de variabilidad en esta población de cabras. Sin embargo, se registraron características fanerópticas particulares, tales como perilla (11.03%), raspil (1.9%), calzón (2.7%), mamelas (17.5%) y el resto de la población sin aditamentos (66.6%).

El peso promedio de las cabras fue de  $36.5 \pm 7.7$  kg, en un rango de 19.5 a 62.6 kg: cabras que no rebasan los 30 kg (22.4%), cabras entre 30 y 40 kg (47.9%), cabras con peso entre 40 y 50 kg (25.5%) y cabras con peso mayor a 50 kg (4.2%). El peso vivo promedio, coincidió con lo descrito para ecotipos criollos de Formosa con  $37.8 \pm 6.8$  kg (Prieto et al., 2006) y está por debajo de los  $44.0 \pm 6$  kg de cabras coloradas pampeanas (Bedotti et al., 2004). El peso es un carácter de clasificación de razas; grandes de doble propósito de 30 a 65 kg, pequeñas de 19 a 37 kg productoras de carne o leche y enanas productoras de carne de 18 a 25 kg (Mayén, 1989). En esta población el 70% son cabras grandes y el resto son pequeñas. La edad de las cabras fue de  $3.4 \pm 1.2$  años.

### Zoometría de las cabras

Las cabras de la cañada por sus medidas zoométricas fueron proporcionales en las medidas de la cabeza (ancho 11 cm, y largo 20.3 cm) y cara (ancho 6.3 cm, largo 10.9 cm), describiéndose como de cabeza triangular y presencia de orejas largas caídas de  $18.1 \pm 1.9$  cm (85.8%). Estos valores son similares a lo reportado en cabras de raza Granadina española (Herrera et al., 1996), en cabras criollas

de Argentina (Revidatti et al., 2007) y las cabras de Cuba (Chacón et al., 2011). Por las medidas de cabeza y tronco, las cabras de la zona de estudio se describen como de tamaño medio, con cuerpo compacto, provisto de patas cortas y fuertes, como lo registraron para otras regiones Revidatti et al. (2007). La zoometría es similar a la descrita en caprinos criollos de México (Hernández et al., 2011) y en los caprinos criollos de las zonas montañosas del oriente cubano (Chacón et al., 2011). Sin embargo, difiere de lo citado para las razas españolas Negra Andaluza, Granadina y Malagueña, las cuales presentan rangos de alzada a la cruz de 68 a 78 cm (Vargas-López, 2003). La diferencia en los ecotipos criollos del estudio puede ser explicada por las diferencias en el ambiente y el origen de las cabras. Las cabras presentaron ubres poco definidas: distancia de inserción respecto a la vulva ( $7.9 \pm 1.9$  cm), profundidad de la ubre ( $16.6 \pm 3.7$  cm), ancho de ubre ( $8.1 \pm 2.1$  cm), longitud de ubre ( $14 \pm 3.2$  cm), con pezones de diámetro de  $1.1 \pm 0.5$  cm y longitud de  $3.9 \pm 1.4$  cm. La forma e implantación de las ubres en ecotipos criollos es variable, frecuentemente pequeñas y globosas, con buena implantación y pezones cortos como se ha señalado por Chacón et al. (2011). En la zona de estudio los productores no seleccionan a sus cabras por la aptitud lechera.

El análisis discriminante canónico, a partir de las medidas zoométricas, mostró cinco funciones canónicas significativas ( $p < 0.001$ ), las cuales explicaron el 78%, 15%, 3%, 2.1% y 1.9%, respectivamente de la variabilidad de los datos de la población de cabras de la Cañada. Las variables con mayor poder discriminante de la primera y segunda función canónica fueron: perímetro torácico, diámetro longitudinal, alzada a la cruz, altura de ileon e isquion; estas variables se relacionan con caracteres descriptivos

de corpulencia y tamaño de las cabras. Resultados diferentes se reportan en cabras criollas de Argentina, donde las variables largo de anca y altura al esternón presentaron mayor poder discriminante (Roldán *et al.*, 2005).

Las medidas de ancho de cara y distancia entre encuentros, esta última se relaciona con la profundidad corporal, fueron importantes en la tercera función canónica. El diámetro bicostal, longitud y ancho de la grupa fueron las medidas que discriminaron en la cuarta función; estas medidas morfológicas se asocian a la talla y corpulencia (Zaitoun *et al.*, 2005). En la quinta función canónica, las variables que mejor discriminaron fueron el diámetro longitudinal y el perímetro de caña, este último relacionado con la fortaleza de patas. Estos resultados del análisis discriminante fueron similares a los encontrados en la cabra pastoreña de Guerrero, donde el ancho de la cabeza, perímetro torácico y longitud de grupa fueron las variables discriminantes (Sedano, 2012). Para cabras lecheras en Puebla, México, reportado por Santos (2011), las variables discriminantes fueron perímetro torácico, diámetro longitudinal y longitud de grupa. La longitud del cuerpo y altura a la cruz están asociadas a la diversidad observada entre razas caprinas italianas (Crepaldi *et al.*, 2001). El perímetro torácico fue también una variable a considerar para identificar poblaciones caprinas españolas (Herrera *et al.*, 1996). En este estudio las variables de la cabeza no tuvieron importancia discriminante, aunque en la literatura son citadas como variables que mejor discriminan a las poblaciones caprinas (Herrera *et al.*, 1996; Hernández, 2000; Vargas-López, 2003). En la distribución de

la población en el espacio canónico, se observaron a cuatro tipos de cabras: cabras cruza, cabras criollas de cerro, cabras criollas y cabras criollas de pie de monte (Figura 1).

La población de cabras criollas de cerro son las que mejor clasificación tuvieron en el espacio canónico bidimensional y se ubicaron en la parte superior derecha de la Figura 1, posiblemente por la condición agroecológica donde se desarrollan (Sedano, 2012); sin embargo, se observa traslape con cabras criollas de pie de monte, por compartir similitudes de origen criollo (Santos, 2011). La población de cabras cruza se ubicó en la parte superior izquierda del espacio canónico bidimensional (Figura 1). Los tipos de cabras presentaron diferencias ( $p < 0.05$ ) en perímetro torácico, altura a la cruz, altura de isquion e íleon, ancho de cara, diámetro de encuentro, perímetro de caña, longitud y ancho de grupa (Cuadro 2), reafirmando que son estas medidas corporales las que clasifican a las cabras de la zona de estudio.

Las cabras criollas de cerro y pie de monte presentaron valores mayores en las medidas zoométricas, seguidas por las cabras cruza y las cabras criollas. Las cabras criollas de cerro y de pie de monte son grandes, presentan mayor corpulencia, tamaño, profundidad, con fortaleza en las patas, lo que se asocia a las condiciones agroecológicas del medio (Zaitoun *et al.*, 2005; El Moutchou *et al.*, 2017). Según las medidas corporales las cabras cruza son de talla pequeña y son afectadas por las limitaciones del medio para expresar su potencial genético.

## CONCLUSIONES

Las cabras de la zona de la Cañada en el estado de Guerrero son coloradas (tonalidad roja) y negras, de tamaño medio, con cuerpo compacto provisto de patas cortas y fuertes. Las medidas zoométricas del perímetro torácico, altura a la cruz, altura de isquion e íleon, ancho de cara, diámetro de encuentro, perímetro de caña, longitud y ancho de grupa, deben ser tomadas en cuenta para la identificación de las poblaciones de cabras. En la zona de estudio hay cuatro tipos de cabras: cabra de cerro, cabras de pie de monte, cabras criollas y cruza. Las cabras criollas de cerro y pie de monte son de talla grande y las cabras criollas son pequeñas.

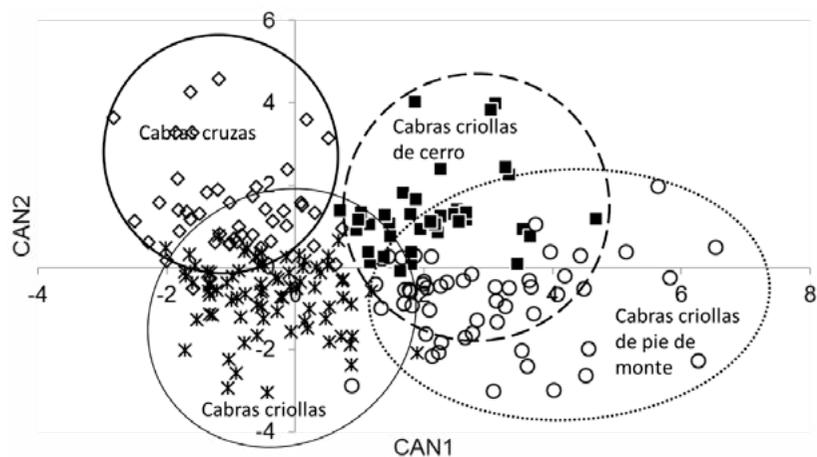


Figura 1. Distribución del tipo de cabras en el espacio canónico bidimensional.

**Cuadro 2.** Características de peso, edad y medidas corporales (media±EE) de los tipos de cabras en la zona de la Cañada del estado de Guerrero, México.

Variable	Cruzas	Criollas de cerro	Criollas	Criollas de pie de monte
Peso (kg)	34.3±0.7 <sup>c</sup>	41.7±0.8 <sup>b</sup>	35.0±0.6 <sup>bc</sup>	45.3±0.7 <sup>a</sup>
Edad (años)	3.2±0.2 <sup>b</sup>	4.1±0.2 <sup>a</sup>	3.2±0.1 <sup>b</sup>	4.0±0.2 <sup>a</sup>
LCB (cm)	20.3±0.2 <sup>b</sup>	20.1±0.2 <sup>b</sup>	20.5±0.2 <sup>b</sup>	21.1±0.2 <sup>a</sup>
ACB (cm)	10.8±0.2 <sup>b</sup>	11.5±0.2 <sup>a</sup>	11.0±0.1 <sup>b</sup>	11.57±0.1 <sup>a</sup>
LC (cm)	10.1±0.2 <sup>b</sup>	11.3±0.2 <sup>a</sup>	10.8±0.1 <sup>ab</sup>	11.3±0.2 <sup>a</sup>
AC (cm)	6.2±0.1 <sup>b</sup>	6.6±0.1 <sup>a</sup>	6.4±0.1 <sup>a</sup>	6.5±0.1 <sup>a</sup>
LO (cm)	17.9±0.3 <sup>b</sup>	18.5±0.3 <sup>a</sup>	18.1±0.2 <sup>ab</sup>	18.8±0.3 <sup>a</sup>
AO (cm)	8.6±0.2 <sup>ns</sup>	8.4±0.2 <sup>ns</sup>	8.0±0.1 <sup>ns</sup>	8.5±0.2 <sup>ns</sup>
ALC (cm)	61.7±0.4 <sup>b</sup>	66.4±0.5 <sup>a</sup>	59.3±0.3 <sup>bc</sup>	63.2±0.4 <sup>b</sup>
ALI (cm)	64.8±0.4 <sup>b</sup>	69.3±0.4 <sup>a</sup>	62.7±0.3 <sup>bc</sup>	66.0±0.4 <sup>b</sup>
ALIS (cm)	53.4±0.4 <sup>b</sup>	55.5±0.5 <sup>a</sup>	50.1±0.3 <sup>c</sup>	52.2±0.4 <sup>bc</sup>
PT (cm)	73.3±0.4 <sup>bc</sup>	81.6±0.5 <sup>a</sup>	70.9±0.5 <sup>b</sup>	79.1±0.4 <sup>b</sup>
DBC (cm)	16.9±0.2 <sup>b</sup>	17.4±0.3 <sup>a</sup>	15.2±0.2 <sup>c</sup>	17.2±0.2 <sup>b</sup>
DDE (cm)	28.3±0.3 <sup>b</sup>	31.1±0.3 <sup>a</sup>	26.5±0.3 <sup>bc</sup>	28.8±0.2 <sup>b</sup>
DDE (cm)	16.7±0.3 <sup>b</sup>	18.5±0.3 <sup>a</sup>	15.5±0.3 <sup>c</sup>	17.30±0.2 <sup>b</sup>
DL (cm)	68.3±0.5 <sup>ab</sup>	71.5±0.6 <sup>a</sup>	61.0±0.5 <sup>b</sup>	66.1±0.4 <sup>b</sup>
AG (cm)	13.5±0.2 <sup>b</sup>	14.5±0.2 <sup>a</sup>	12.2±0.2 <sup>bc</sup>	13.7±0.2 <sup>b</sup>
LG (cm)	20.2±0.2 <sup>b</sup>	21.6±0.2 <sup>a</sup>	18.0±0.2 <sup>bc</sup>	20.4±0.2 <sup>b</sup>
PC (cm)	8.3±0.1 <sup>b</sup>	8.7±0.1 <sup>a</sup>	7.8±0.9 <sup>bc</sup>	8.4±0.1 <sup>b</sup>

EE=error estándar, a b c d e=literales diferentes en hilera indican diferencia significativa ( $p<0.05$ ). n=número de observaciones; e.e.=error estándar. Longitud de cabeza (LCB), Ancho de cabeza (ACB), Longitud de cara (LC), Ancho de cara (AC), Longitud de oreja (LO), Ancho de oreja (AO), Altura a la cruz (ALC), Altura de íleon (ALI), Altura de isquion (ALIS), Perímetro torácico (PT), Diámetro bicostal (DBC), Diámetro dorsoesternal (DDE), Distancia entre encuentros (DDE), Diámetro longitudinal (DL), Anchura de grupa (AG), Longitud de grupa (LG), Perímetro de caña (PC).

## LITERATURA CITADA

- Agraz G.A.A.1976. Estudio zoométrico de tres razas caprinas. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina, 210 p.
- Aziz M.M.A., Al-Hur F.S. 2013. Differentiation between three Saudi goat types using size-free canonical discriminant analysis. Emir. J. Food Agric 25(9): 723-735.
- Bedotti D., Gómez-Castro A.G., Sánchez-Rodríguez M., Martos-Peinado J. 2004. Caracterización morfológica y faneróptica de la cabra Colorada Pampeana. Archivos de Zootecnia 53(203): 371-377.
- Chacón M.E., Macedo F., Velázquez F., Rezende S., Pérez E., McManus C. 2011. Production and body indices for Cuban Creole Goats and their crossbreds. Rev. Bras. de Zoot. 40(8): 1671-1679.
- Crepaldi P., Negrini R., Milanese E., Gorni C., Cicogna M., Ajmone-Marsan P. 2001. Diversity in five goat populations of Lombardy Alps: Comparison of estimates obtained from morphometric traits and molecular markers. J. Anim. Breed. Genet. 118: 173-189.
- El-Moutchou, N., González, A., Chentouf, M., Lairini, K., Rodero, E. 2017. Morphological differentiation of northern Morocco goat. Journal of Livestock Science and Technologies 5(1): 33-41.
- García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, adaptado para las condiciones de la República Mexicana. 3ª Ed. Offset, Lario Ed. S.A. 252 p.
- Hernández Z.J.S., Reséndiz R., Pérez R., Silva S. 2011. Utilidad de variables zoométricas en la adscripción de caprinos criollos de distintas poblaciones. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal 1: 78-81.
- Hernández Z.J.S. 2000. Caracterización etnológica de las cabras criollas del sur de Puebla, México. Tesis de Doctorado. Universidad de Córdoba. Córdoba, España, 260 p.
- Herrera M., Rodero E., Gutiérrez M.J., Peña F., Rodero J.M. 1996. Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. Small Rumin. Res. 22 (1): 39-47.
- Martínez-Rojero R.D., Torres-Hernández G., Martínez-Hernández S. 2014 Caracterización fenotípica, productiva y reproductiva de la cabra blanca Criolla del "Filo Mayor" de la Sierra Madre del Sur en el estado de Guerrero. Nova Scientia 6(11): 25-44.
- Mayen M.1989. Explotación Caprina. Ed. Trillas. México. 124 p
- Prieto P., Revidatti M., A. Capellari, M. Ribeiro. 2006. Estudio de recursos genéticos: identificación de variables morfoestructurales en la caracterización de los caprinos nativos de Formosa. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. V-012. Consultado octubre 2017: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt2006/04-Veterinarias/2006-V-012.pdf>

- Revidatti M., Prieto P., De la Rosa S., Ribeiro M., Capellari A. 2007. Cabras criollas de la región norte de Argentina. Estudios de variables e índices zoométricos. Archivos de Zootecnia 56 (1): 479-482.
- Roldán D.L., Fernández J.L., Saldaño S.A., Rabasa A.E., Holgado, F.D., Poli, M.A. 2005. Caracterización del caprino Criollo del Noroeste Argentino. Veterinaria (Montevideo) 40 (159-160): 63-67.
- Santos P.T. 2011. Caracterización fenotípica de las poblaciones de cabras lecheras en el Valle de Libres, estado de Puebla. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Puebla, Estado de Puebla. México. 60 p.
- SAS. Statistical Analysis Systems. 2014. SAS/ETS® 13.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sedano T.D.A. 2012. La cabra pastoreña para la producción de carne en el municipio de Tlalixtaquilla, Guerrero. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Puebla, Pue. México. 64 p.
- Sierra A., Molina A., Delgado J., Hernández J., Rivera M. 1997. Zootechnical description of the creole goat of the Oaxaca region (Mexico). Animal Genetic Resources Information. 21: 61-70.
- Vargas-López S., Bustamante-González A., Guerrero-Rodríguez J.D., Vargas-Monter J., Hernández-Zepeda J.S., Vázquez-Martínez I. 2016. Revalorización de la cabra criolla por productores de la región de la montaña del estado de Guerrero, México. Revista Mexicana de Agroecosistemas 3: 8-11.
- Vargas-López S., Guerrero-Rodríguez S., Rojas-Álvarez J., Bustamante-González J.A. 2012. Phenotypic characterization of the population of creole wool ewes in the highlands of Puebla State, Mexico. Trop. Anim. Health Prod. 44(8): 1833-9.
- Vargas-López S. 2003. Análisis y desarrollo del sistema de producción agrosilvopastoril caprino para carne en condiciones de subsistencia de Puebla, México. Tesis de Doctorado. Universidad de Córdoba. Córdoba, España, 266 p.
- Zaitoun I.S., Tabbaa M.J., Bdour S. 2005. Differentiation of native goat breeds of Jordan on the basis of morphostructural characteristics. Small Rumin. Res. 56 (1-3): 173-182.



# VALORACIÓN DE LA CRIANZA DE CABRAS (*Capra hircus*) POR CAMPESINOS ME'PHAA DE LA MONTAÑA DE GUERRERO, MÉXICO

## GOAT (*Capra hircus*) FARMING VALUATION BY ME'PHAA PEASANTS OF THE GUERRERO MOUNTAIN, MEXICO

Castellanos-Pérez, W.<sup>1</sup>; Bustamante-González, A.<sup>2</sup>; Delgado-Alvarado, A.<sup>2</sup>; Vargas- López, S.<sup>2\*</sup>;  
Zaragoza-Ramírez, J.L.<sup>3</sup>; Olvera-Hernández, J.I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante graduado de la Maestría en Desarrollo Sostenible de Zonas Indígenas. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, MAP Montaña de Guerrero. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México, <sup>3</sup>Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México.

\*Autor de correspondencia: svargas@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To determine the valuation of the Me'phaa peasants of the Montaña de Guerrero on the herd and type of goats (*Capra hircus*), the management practices, the socioeconomic benefits and the problems.

**Methodology:** In a sample of 40 farmers of the Me'phaa ethnic group, goat breeders, information was recorded from the production unit on land availability, problems and income, and the preference that producers have for the type of goats, management practices and the herd of goats. The information was analyzed with descriptive statistics and qualitative principal component analysis with the PRINQUAL procedure of the SAS statistical package.

**Results:** The availability of forage was good and with a tendency to decrease over time. The peasants valued the herd of goats for their ability to graze, their maternal skill, their adaptation and their high reproductive rate. Goats represent capital savings, meat production and income source. The most common problems were the shortage of fodder, low sale price, lack of capital to invest, presence of diseases, and scarce and expensive external inputs.

**Implications:** There were differences in how different producers valued goat breeding; older peasants showed the highest preference because goat breeding is their main source of employment.

**Conclusions:** The valuation of the preferences for the goats was explained by the liking for the species, the adaptation of the animals, the current productivity and its contribution of income.

**Keywords:** Creole goats, goat's keeper, goat herd, income, goat management.

### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la valoración del hato y tipo de cabras (*Capra hircus*), las prácticas de manejo, los beneficios socioeconómicos y la problemática por campesinos de la etnia Me'phaa en la Montaña de Guerrero.



**Agroproductividad:** Vol. 11, Núm. 10, octubre. 2018. pp: 183-188.

**Recibido:** mayo, 2018. **Aceptado:** agosto, 2018.

**Metodología:** En una muestra de 40 campesinos de la etnia Me'phaa criadores de cabras se registró información a profundidad de la unidad de producción, disponibilidad de tierra, problemática, ingresos y se valoró la preferencia de los productores por el tipo de cabras, las prácticas de manejo y del hato. La información se analizó con estadística descriptiva y análisis de componentes principales cualitativo, con el procedimiento PRINQUAL del paquete estadístico SAS.

**Resultados.** La disponibilidad de forraje se valoró como buena y con tendencia a disminuir con el tiempo. El hato de cabras se valoró por la habilidad para el pastoreo, la habilidad materna, la adaptación y la alta tasa reproductiva. Las cabras representan ahorro de capital, producción de carne y fuente de ingresos. Los problemas más comunes son la escasez de forrajes, bajo precio de venta, falta de capital para invertir, presencia de enfermedades, insumos externos escasos y caros.

**Implicaciones:** La valoración de la crianza de cabras tuvo diferencia entre el tipo de productor, los campesinos adultos mayores mostraron la más alta preferencia al ser su fuente de empleo principal.

**Conclusiones:** La valoración de las preferencias por las cabras se explicó por el gusto por la especie, la adaptación de los animales, la productividad actual y su contribución en el aporte de ingresos.

**Palabras clave:** Cabra criolla, chivero, hato caprino, ingreso, manejo de cabras

caprinos de la etnia Me'phaa en la Montaña de Guerrero, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Malinaltepec, Guerrero, ubicado en la Montaña alta de Guerrero, en ocho comunidades donde la lengua materna fue Me'phaa (Tlapaneco) y se criaban caprinos. A falta de un censo de productores, en el estudio se registró información de 40 familias con cabras seleccionadas con muestreo dirigido (Hernández *et al.*, 2010). Para la valoración de los rebaños de cabras y satisfacción de los propietarios del rebaño se utilizó la propuesta de Drucker *et al.* (2001). La información se registró en un cuestionario aplicado en entrevista directa al titular de la unidad de producción acerca de la casa-habitación, integrantes de la familia, superficie de tierra y la preferencia por el manejo. En el manejo de las cabras se preguntó de las preferencias por el tipo de cabras, situación actual y futura de los sitios de pastoreo, la compra de insumos para la alimentación, reproducción, sanidad y la problemática. Para conocer las preferencias de los productores por el tipo de cabras, las prácticas de manejo y del hato se estimaron los estadísticos descriptivos y se realizó un análisis de componentes principales cualitativo, con el procedimiento PRINQUAL del paquete estadístico SAS versión 9.4 para ambiente Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

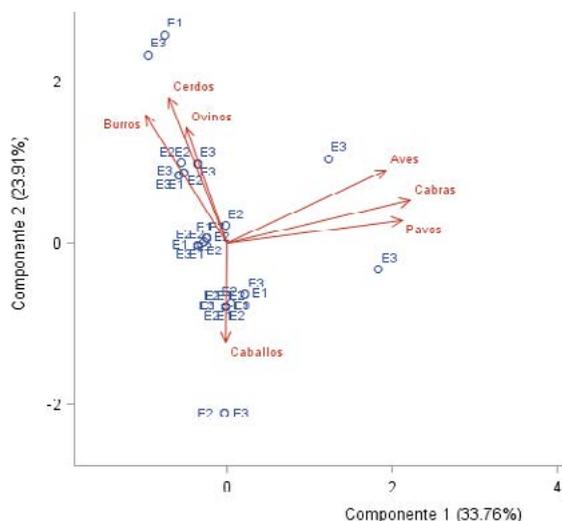
Las familias de la etnia Me'phaa entrevistadas viven en viviendas de adobe, madera y lámina, que es característico de las zonas con mayor rezago social. El servicio más común en los hogares fue luz eléctrica y el aprovisionamiento de agua de manantiales (60%). En promedio

## INTRODUCCIÓN

La Montaña de Guerrero, México, es una de las regiones con mayor pobreza en México, donde la cría de cabras (*Capra hircus*) forma parte del modo de vida de las familias campesinas. En esta región conviven grupos de las etnias Me'phaa, Na savi, Nahuas y Amuzgos, los cuales se relacionan estrechamente con la cría de caprinos. Cada grupo ha desarrollado maneras propias de aprovechar las tierras de pastoreo para la cría de caprinos. El entendimiento de estos sistemas locales de cría de cabras es primordial para la reproducción del conocimiento acumulado por los productores (Van de Steeg *et al.*, 2010), y debe tomarse en cuenta para el diseño de propuestas para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales locales. Este enfoque considera el rescate de los caprinos locales, de la tecnología local de producción, el modo de vivir, las costumbres y la organización social (Koeslag, 2007). Las familias en situación de pobreza que crían ganado caprino tienen múltiples propósitos, tales como tener un rebaño grande de cabras, obtener productos y aprovechar la vegetación nativa. En estas condiciones, las poblaciones de caprinos criollos conviven constantemente con programas de repoblación que utilizan cabras de tipo comercial, lo cual representa una amenaza a los recursos genéticos locales, como se ha señalado para otras regiones (Hoffmann *et al.*, 2011). Las cabras locales tienen valor económico de uso y de no uso, como el tener cabras por un mayor estatus social dentro de la comunidad; lo cual se puede utilizar como un incentivo eficiente para mejorar el sistema local de producción (Drucker *et al.*, 2001). El objetivo del estudio fue determinar la valoración del hato y tipo de cabras (*Capra hircus*), las prácticas de manejo, beneficios socioeconómicos y problemas que enfrentan los campesinos criadores de

una unidad producción tuvo 5.5 integrantes, escasa superficie de tierra (1-4 ha) y tierras comunales para el pastoreo. Los dueños de los rebaños son hombres (55%) y mujeres (45%), con rango de 30 a 80 años de edad, escolaridad de nivel primaria y amplia experiencia en la cría de cabras ( $16.5 \pm 12.2$  años); esta experiencia en la cría de cabras le da una tradición de chiveros como los describen Dehouve et al. (2004), aunque hay mayor experiencia en otras regiones (Bedotti et al., 2005). Los hatos de cabras son pequeños (18 cabezas) y tienen menos de la mitad de animales que otras zonas de la Montaña de Guerrero (García, 2013) y de la mixteca poblana (Hernández et al., 2011). La valoración con análisis cualitativos de la crianza de cabras y otras especies animales se presenta en la Figura 1. Las unidades de producción con cabras correspondieron a los propietarios de mayor edad y la crianza de caprinos tiene una estrecha relación con gallinas (*Gallus gallus domesticus* L.) y pavos (*Meleagris gallopavo* L.), lo cual se explica porque el estiércol de las cabras sirve de sustrato para el crecimiento de larvas de insectos y lombrices, que son parte de la alimentación de las aves del traspatio. Los productores de menor edad tienen menos relación con los caprinos y crían además ovinos, cerdos y burros, y están separados de aquellos que tienen caballos en la unidad de producción (Figura 1). Esta combinación de especies animales de los productores representa una forma de ahorro o fuerza de trabajo, típico de la Montaña del estado de Guerrero (García, 2013; Bustamante et al., 2011).

La preferencia por el tipo de cabras en crianza tuvo relación con la edad de los productores. Los adultos mayores tuvieron preferencia por las cabras criollas de color blanco



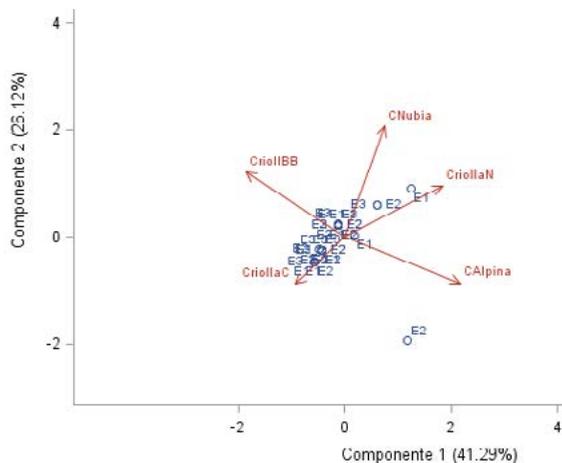
**Figura 1.** Preferencia por los caprinos y otras especies de ganado por campesinos de la etnia Me'phaa de Malinaltepec, Guerrero, México. E1, edad 38-40 años; E2, edad 41-60 años; E3, edad 61-80 años

o bayo (blanco amarillento) y en menor proporción por las coloradas (Figura 2); estos colores de capa preferidos parecen ser típicos de las cabras del estado de Guerrero (Martínez et al., 2013). Los productores de menor edad tuvieron preferencia por las cabras Criollas de color negro y las cruza de cabras criollas con razas comerciales (Figura 2).

### Preferencia por las prácticas de manejo

Con relación a las preferencias para prácticas de manejo, se encontró que el sistema de producción fue de libre pastoreo con resguardo nocturno en corrales (82.5%) (Figura 3), similar a lo indicado para otros lugares del estado de Guerrero (Benítez, 2006).

La alimentación de los caprinos depende de los pastizales asociados al bosque de pino o bosque de encino, en rastrojeras, sitios con vegetación secundaria y áreas agrícolas en descanso (Guerrero et al., 2011). El tiempo de pastoreo promedio fue de 6.3 h al día, similar a lo reportado por (Martínez et al., 2013). Los propietarios de más edad usaron las áreas de bosques y los de menos edad las áreas agrícolas y terrenos en descanso, esto se explica por los derechos de posesión de las tierras comunales para los adultos mayores. Según la opinión de los productores habrá disponibilidad de forraje en las tierras de pastoreo (70%), aunque esta disminuirá gradualmente con el tiempo por factores naturales (23%); estas opiniones contrastan con lo señalado de que el libre pastoreo es la causa principal de la degradación de los bosques en la Montaña de Guerrero (Bustamante et al., 2011).



**Figura 2.** Preferencia por el tipo de cabra en la etnia Me'phaa de Malinaltepec, Guerrero, México. E1, edad 38-40 años; E2, edad 41-60 años; E3, edad 61-80 años; CriollaBB, Criolla blanca o baya; CNubia, cruce de criolla×Nubia; CriollaN, criolla negra; CAlpina, cruce de criolla×Alpina; CriollaC, criolla colorada.

En otras prácticas de manejo, los productores valoran que con proporcionar sal común



**Figuras 3.** Resguardo nocturno de las cabras en la etnia Me'phaa de Malinaltepec, Guerrero, México.

(100%) y desparasitar (55%) se crían las cabras; sin embargo, como se indica en la literatura el desconocimiento del tipo de parásitos presentes dificulta la efectividad del producto aplicado (Mahieu *et al.*, 2007; Torres-Acosta *et al.*, 2014). En la reproducción, los productores seleccionaron a sus sementales del mismo rebaño (92%), o los compraron fuera de la comunidad (8%); el propósito de seleccionar un semental fue para mantener el tamaño corporal del caprino, según el 20% de los productores. La mortalidad se presentó en 22.5% de los rebaños y fueron por problemas respiratorios y digestivos.

**Satisfacción del productor, beneficios y problemática de la crianza de cabras**

La Figura 4 presenta la valoración del hato de cabras, en donde sobresale la habilidad del pastoreo, habilidad materna, la adaptación a las condiciones ambientales y la reproducción. En la habilidad de pastoreo los productores opinaron que no se han generado cambios entre los caprinos actuales y los que tenían anteriormente, por lo que ésta se percibe como de buena a muy buena. Para la habilidad materna tampoco se han registrado cambios, los productores consideran que sus cabras tienen de buena a muy buena ha-

bilidad materna y producen leche suficiente para que los cabritos se desarrollen.

Con relación al manejo, por ser cabras adaptadas a las condiciones ambientales de la región no requieren de cuidados, puesto que la rusticidad y adaptabilidad elimina la necesidad de cuidados y manejo especial. En el tamaño de las cabras, los productores no han percibido cambios entre los animales que tenían anteriormente y los actuales, de esta manera consideran que el tamaño va de regular a bueno y que están satisfechos con las características de las cabras actuales. Con respecto al peso corporal, se valora de regular a bueno, opinaron que

sus cabras son pequeñas, pero tienen un buen peso. En el número de crías por parto fue de regular a bueno y mencionaron que los partos regularmente son de un solo cabrito, y en ocasiones partos dobles; con estos últimos se corre el riesgo de que las crías mueran, ya que las cabras no producen suficiente leche para dos crías. Con respecto al desarrollo de las crías, es considerado de buena a muy buena, sobre todo, en partos de una sola cría.

En la satisfacción del productor por la crianza de cabras son bien valoradas la participación en la comunidad, el gusto por las cabras locales y el bienestar que tienen para la familia (Figura 5). Por su condición



**Figura 4.** Valoración del hato caprino por productores Me'phaa de Malinaltepec, Guerrero, México.

como chivero, los propietarios consideran que motiva la participación de los miembros de la comunidad en actividades que se beneficien del pastoreo, al tener cabras como una fuente ahorro, alimento e ingresos económicos. El grado de satisfacción con su nivel de tecnología se calificó de malo a regular a causa del escaso conocimiento para alimentar apropiadamente a las cabras, a la escasez de dinero para invertir en la actividad y por precio bajo de las cabras a la venta. Califican el gusto por la cría de cabras como regular, ya que para los jóvenes es una actividad poco atractiva y rentable. La cría de cabras como negocio o ahorro se calificó de regular a bueno. La infraestructura empleada en el proceso de producción de cabras se valoró de mala a muy mala. Los productores valoraron el tipo de cabras como de regular a bueno por su adaptación a las circunstancias ambientales, económicas y sociales de la región, por su resistencia a enfermedades y su adaptación al libre pastoreo. El precio a la venta y la asesoría técnica se calificaron como de mala a muy mala.

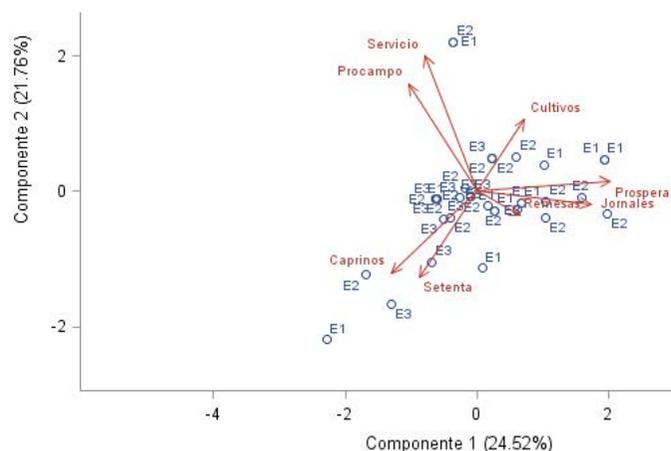
La Figura 6 presenta las fuentes de ingresos de los productores de caprinos por estrato de edad. Los productores de menos edad son los mejor evaluados por sus ingresos por concepto de servicio a la comunidad, el PROCAMPO y la siembra de cultivos. Los adultos mayores beneficiarios del Programa Setenta y Más tuvieron aportes importantes por la venta de caprinos y un menor nivel de ingresos (Figura 6). Los productores con ingresos intermedios venden fuerza de trabajo, reciben remesas y son beneficiarios del Programa PROSPERA. De la cría de cabras se obtuvo en promedio \$5,301.4 por año, equivalente a \$279.00 US (90% de las unidades de

producción) por concepto de la venta de estiércol y animales; cantidad inferior a la reportada por Hernández et al. (2013) para sistemas de producción de caprinos de la Mixteca Poblana.

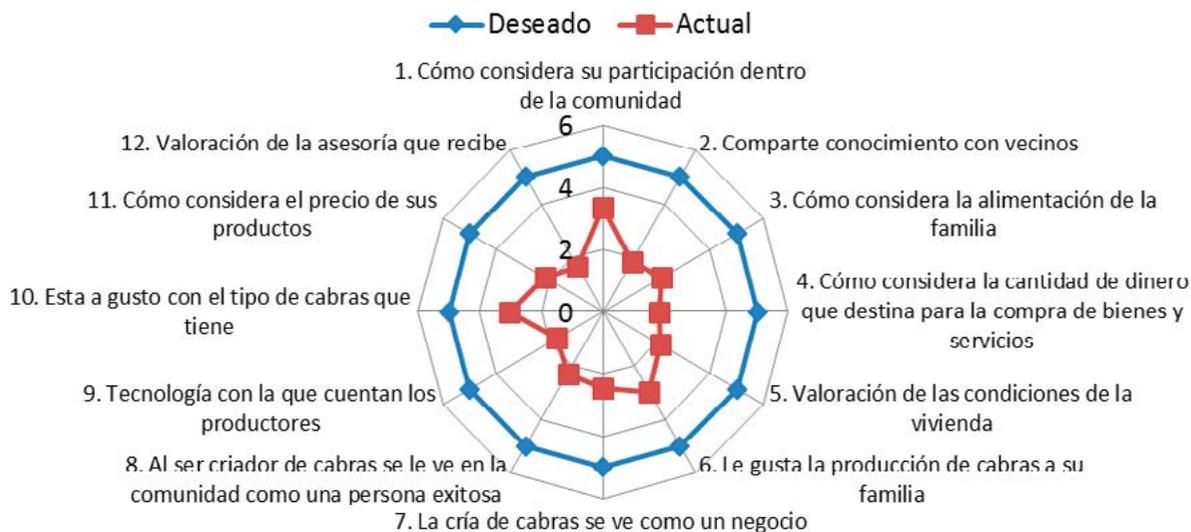
La problemática de la crianza de cabras según los productores fue por la escasez de forraje en la época seca (65%), bajo precio de venta de las cabras (40%), las enfermedades respiratorias y parásitos externos y pododermatitis (37.5%), los altos costos y limitado acceso a los insumos (27.5%); los problemas encontrados fueron similares a los señalados por Hernández (2011).

### CONCLUSIONES

Los productores de cabras de la etnia Me'phaa del municipio de Malinaltepec viven en casas de adobe, con servicio de electricidad y acceso a agua no potable, que les



**Figura 6.** Las fuentes de ingresos de los productores de caprinos de la etnia Me'phaa en la Montaña de Guerrero, México. E1, edad 38-40 años; E2, edad 41-60 años; E3, edad 61-80 años.



**Figura 5.** La satisfacción del productor Me'phaa con la crianza de cabras en Malinaltepec, Guerrero, México.

da una condición de alta marginación. Las personas que viven de las cabras son los adultos mayores que pocas opciones tienen para migrar o realizar otras actividades económicas. Los adultos mayores tienen preferencia por las cabras criollas de color blanco o bayo, en tanto, los más jóvenes prefieren cabras negras o cruza de razas comerciales. Los adultos mayores son los dueños de tierras comunales y las utilizan para el pastoreo, en tanto que los más jóvenes utilizan tierras agrícolas y rastrojos de cultivos. Los insumos externos para las cabras fueron sal común, desparasitantes y sementales caprinos. Las cabras son bien valoradas por la habilidad para el pastoreo, la habilidad materna, la adaptación a las condiciones ambientales y por su alta tasa reproductiva. El ser chivero se valora por la participación en la comunidad y tener una fuente de ahorro, aunque se está perdiendo el gusto por las cabras. La escasez de forraje, las enfermedades, el bajo precio de venta de los caprinos y la escasez de insumos externos son los principales problemas que enfrenta el productor.

## LITERATURA CITADA

- Bedotti D., Gómez C.A., Sánchez R.M., García M.A., Martos P.J. 2005. Aspectos sociológicos de los sistemas de producción caprina en el Oeste Pampeano (Argentina). *Revista Archivos de Zootecnia* 54: 599–608.
- Benítez L.J.F. 2006. Manual para el manejo del ganado caprino. Fundación Produce Guerrero A.C. Taxco de Alarcón Guerrero. 120 pp.
- Bustamante G.A., Vargas L.S., Guerrero R.J., Pérez R.N., Calderón S.F., Olvera H.J. y Pérez R.E. 2011. Caprinocultura, recursos naturales y sociedad en la Montaña de Guerrero. En Cabrera S.R., Vargas L.S., Bustamante G.A., Olvera H.J., (Coord.), *Experiencias en la producción de ganado caprino en el estado de Guerrero*. Puebla, Puebla. Colegio de Postgraduados: Altres Costa-Amic Editores. pp. 58-69.
- Dehouve D., Cervantes D.R., Ulrik, H. 2004. La vida volante: pastoreo trashumante en la Sierra Madre del Sur, ayer y hoy, *Jorale Editores SA de C.V.* 135 p.
- Drucker A.G., V. Gomez, S. Anders. 2001. The economic valuation of farm animal genetic resources: a survey of available methods. *Ecological Economics* 36 1-18.
- García B.D.V. 2013. Diversidad de cabras en los sistemas tradicionales de la Montaña baja del estado de Guerrero, México. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Puebla, Puebla. 72 pp.
- Guerrero R.J.D., Calderón S.F., Pérez R.E., Bustamante G.A., Vargas L.S., Pérez R.N. 2011. El agostadero: manejo y perspectiva de mejora para la producción caprina en la Montaña de Guerrero. En Cabrera S.R., Vargas L.S., Bustamante G.A., Olvera H.J.I., (Coord.), *Experiencias en la producción de ganado caprino en el estado de Guerrero*. Puebla, Puebla. Colegio de Postgraduados: Altres Costa-Amic Editores. pp. 84–91.
- Hernández G.F. 2011. La caprinocultura en la región Centro del estado de Guerrero: Programa soporte de SAGARPA, componente de asistencia técnica y capacitación. En Cabrera S.R., Vargas L.S., Bustamante G.A., Olvera H.J., (Coord.). *Experiencias en la producción de ganado caprino en el estado de Guerrero*. Puebla, Puebla: Colegio de Postgraduados. Altres Costa-Amic Editores. pp. 162–168.
- Hernández H.J., Camacho R.J.C., Franco G.F., García S.F., Romero C.S., Villareal, E.B.O. 2013. La unidad de producción familiar caprina: promotora del avance socioeconómico en la Mixteca Poblana, México. *Revista Colombiana Ciencia Animal* 5(2):358–365.
- Hernández J.E., Franco F.J., Villareal O.A., Camacho J.C., Pedraza R.M. 2011. Caracterización socioeconómica y productiva de unidades caprinas familiares en la Mixteca Poblana. *Archivos de Zootecnia* 60: 175-182.
- Hernández S.R., Fernández C.C., Baptista L.P. 2010. Metodología de la investigación (5ª ed.). Perú: Mc Graw Hill. 368 p.
- Hoffmann I., D. Boerma, B. Scherf. 2011. The global plan of action for animal genetic resources-the road to common understanding and agreement. *Livestock Science* 136: 7–14.
- Koeslag J.H. 2007. Cabras: Manuales para educación agropecuaria. Producción animal. Trillas. México. 112 p.
- Mahieu M., Arquet R., Kandassamy T., Mandonnet N., Hoste, H. 2007. Evaluation of targeted drenching using Famacha method in creole goat: reduction of anthelmintic use, and effects on kid production and pasture contamination. *Veterinary Parasitology* 146: 135–147.
- Martínez R.R.D., Torres H.G., Martínez H. S. 2013. Caracterización fenotípica, productiva y reproductiva de la cabra blanca Criolla del "Filo Mayor" de la Sierra Madre del Sur en el estado de Guerrero. *Revista Nova Scientia* 6 (11):25-44.
- Torres-Acosta J.F.J., Pérez C.M., Canul K.H.L., Soto B.N., Cámara S.R., Aguilar C.A.J., Lozano A.I., Le B.C., Hoste, H. 2014. Building a combined targeted selective treatment scheme against gastrointestinal nematodes in tropical goats. *Small Ruminant Research* 121: 27–35.
- Van de Steeg J. A., Verburg P. H., Baltenweck I., Staal S.J. 2010. Characterization of the spatial distribution of farming systems in the Kenyan Highlands. *Applied Geography* 30: 239–253.

# EL CULTIVO DE LA PITAYA DE AGOSTO (*Stenocereus stellatus* Pfeiffer) EN LA MONTAÑA DE GUERRERO

## AUGUST PITAYA (*Stenocereus stellatus* Pfeiffer) CULTIVATION IN THE GUERRERO MOUNTAIN

Sánchez-Cortés, H.<sup>1</sup>; Bustamante-González, B.<sup>2\*</sup>; Vargas-López, S.<sup>2</sup>; Pérez-Ramírez, N.<sup>2</sup>; Morales-Jiménez, J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Línea Fronteriza México-Guatemala, Barrio Paraíso las Champas, Puerto Fronterizo Cd. Cuauhtémoc, Municipio de Frontera Comalapa, Chiapas. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México.

\*Autor de correspondencia. angelb@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To characterize the cultivation of the August pitaya (*Stenocereus stellatus* Pfeiffer) in two communities of the Mountain of Guerrero, Mexico.

**Design/methodology/approach:** A questionnaire was applied to a sample of 29 producers out of a total of 105 Rural Production Units (UPR), with variables on management practices of the August pitaya and its contribution in the income of rural families. The information was analyzed with descriptive statistics.

**Results:** In the study communities, the cultivation of August pitaya is carried out by producers over 40 years old, both men and women, with an average experience of 9.8 years in crop production and few management practices. The harvest period is on average 66 days, with an estimated production of 3375.9 kg per unit of production and an average price of \$7.48 MX per kg. An income of \$25,000 MX per year per unit of production and a total regional income of \$ 3,044,435.07 MX was estimated.

**Limitations of the study/Implications:** The wide range of the harvest period and the characteristic that the August pitaya is a highly perishable food makes it difficult to quantify the production in a high sample of production units.

**Findings/Conclusions:** The August pitaya is a low investment crop in the Guerrero Mountain region, both in economic and human resources. However, it is a crop that contributes significantly, especially seasonally, to the economic income of families in the region.

**Keywords:** cacti, pitaya, xoconostle, xoconoxtli.

### RESUMEN

**Objetivo:** Caracterizar el cultivo de la pitaya de agosto (*Stenocereus stellatus* Pfeiffer) en dos comunidades de la Montaña de Guerrero, México.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se aplicó un cuestionario con variables sobre prácticas de manejo de la pitaya de agosto y de su contribución en los ingresos de las familias rurales a una muestra de 29 productores de un total de 105 Unidades de Producción Rural (UPR). La información se analizó con estadísticas descriptivas.

**Agroproductividad:** Vol. 11, Núm. 10, octubre. 2018. pp: 189-193.

**Recibido:** mayo, 2018. **Aceptado:** agosto, 2018.



**Resultados:** En las comunidades de estudio el cultivo de la pitaya de agosto es realizada por productores mayores de 40 años, tanto hombres como mujeres, con una experiencia promedio de 9.8 años en la producción del cultivo y realizan pocas prácticas de manejo. El periodo de cosecha es en promedio de 66 días, con una producción estimada de 3375.9 kg por unidad de producción y un precio promedio de 7.48 MX por kg. Se estimó un ingreso de \$25000.00 MX por año por unidad de producción y un ingreso regional total de \$3,044,435.07 MX.

**Limitaciones del estudio/Implicaciones:** El amplio rango del periodo de cosecha y la característica de que la pitaya de agosto es un cultivo altamente perecedero dificulta la cuantificación de cosecha en una muestra alta de unidades de producción.

**Hallazgos/conclusiones:** Al cultivo de la pitaya de agosto se le invierte poco en la región de la Montaña de Guerrero, tanto en recursos económicos como humanos. Sin embargo, es un cultivo que contribuye, sobre todo estacionalmente, de manera importante en el ingreso económico de las familias de la región.

**Palabras clave:** cactácea, pitaya, xoconostle, xoconoxtle.

## INTRODUCCIÓN

En la zona con ecosistemas de selva baja de la región Montaña de Guerrero, México, el cultivo de la pitaya de agosto (*Stenocereus stellatus* Pfeiffer) (Figura 1) es una alternativa de producción. *S. stellatus* es conocida localmente como xoconoxtle (Casas, 2005), Xoconoxtle (Flores, 2002; Sánchez, 2010) o pitaya de octubre (Yetman, 2007). Es una planta endémica del centro de México (Rodríguez-Morales *et al.*, 2013) y por ser una cactácea, se adapta a suelos poco profundos y poco fértiles, así como a la poca disponibilidad de agua en el suelo. Esta planta crece aún en condiciones silvestres, semi-domesticadas y en huertos comerciales (Rojas-Aréchiga *et al.*, 2001).

El cultivo de *S. stellatus* ha sido ampliamente documentado para la región del Valle de Tehuacán y la Mixteca Baja Oaxaqueña (México). De acuerdo con Rodríguez-Morales *et al.* (2013), fue una de las primeras es-



**Figura 1.** Pitayo de agosto (*Stenocereus stellatus* Pfeiffer).

pecies estudiadas en el Valle de Tehuacán como parte de los estudios de domesticación. Las poblaciones Nahua, Mixteca y Popoloca de la región, desde la época prehispánica, utilizaban el fruto de la pitaya de agosto para su alimentación (Casas *et al.*, 1997). El paso de la recolección del fruto de especies silvestres a la domesticación de la especie generó transformaciones morfofisiológicas y genéticas, generando gran variación de tipos biológicos (Guillén *et al.*, 2015). Los pobladores locales del Valle de Tehuacán y de la Mixteca Baja Oaxaqueña han desarrollado diversas prácticas de manejo que incluyen procesos de selección de fenotipos y métodos de propagación asexual (López-Gómez *et al.*, 2000; Luna-Morales y Aguirre, 2001). Para la región de la Mixteca Guerrerense la información sobre el cultivo de *Stenocereus stellatus* es prácticamente inexistente. En este estudio se describen los sistemas de cultivo de la pitaya de agosto en dos municipios de la zona de selva baja caducifolia de la Montaña de Guerrero. El primero, Tlaxiaguilla de Maldonado, se ubica en la Mixteca Guerrerense, limítrofe con la Mixteca Baja oaxaqueña. El otro municipio, Xochihuehuetlán, es parte de la subregión Cañada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos comunidades de la Montaña de Guerrero. La primera, fue La Luz de Juárez, en el municipio de Tlaxiaguilla (17° 32' 06" N, 98° 20' 49" O), a una altitud de 1400 m. La segunda fue en San Juan Cacalutla, municipio de Xochihuehuetlán (17° 56' 27" N, 98° 27' 20" O), con una altitud de 1120 m.

Para caracterizar el sistema de producción del cultivo de la pitaya de agosto se consideraron las variables:

perfil del productor (edad, escolaridad, sexo y experiencia previa en el manejo de la especie), características de la unidad de producción (superficie del huerto, tipo de suelos, asociación con otras especies), prácticas de manejo (método de propagación, arreglo espacial del huerto, profundidad de la cepa, distancia entre plantas, deshierbe y control de plagas), cosecha, comercialización y el ingreso generado por la producción del cultivo. A través de reuniones realizadas en las comunidades de productores se obtuvo una lista de 105 Unidades de Producción Rural (UPR) productoras de pitaya de agosto. Se determinó un tamaño de muestra, mediante un análisis estadístico cualitativo proporcional con una precisión del 10% y un 12% de error, de 29 productores a entrevistar. Nueve entrevistas se realizaron en La Luz de Juárez y 10 en San Juan Cacalutla.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Perfil de los productores de pitaya de agosto

La escolaridad de los productores es de cero años (analfabetas) hasta estudios de preparatoria, con un promedio de tres años de educación primaria. Los productores dedicados a esta actividad son principalmente adultos (54 años en promedio); son pocos los jóvenes dedicados a cuidar el cultivo de pitaya debido a que no lo consideran como una fuente importante de ingresos. Dentro de la actividad de pitaya los productores cuentan con una experiencia previa en la actividad de 9.8 años en promedio, aunque se entrevistó a una persona que cultiva la pitaya desde hace 58 años y mencionó que aún conserva plantas de esa edad. Otros en cambio tienen solamente un año de experiencia, lo que se asocia con el acceso a los apoyos para dicho cultivo, que es cuando empezaron a interesarse por la pitaya. Esta actividad es llevada a cabo en su mayoría por hombres (55%), aunque la participación de las mujeres es alta también (45%).

### Características de las unidades de producción

La superficie promedio de los huertos de pitaya de agosto es de 1.1 ha, con un mínimo de 0.1 ha y un máximo de 3.0 ha. Es común que los productores contabilicen más el número de plantas que poseen que la superficie. Los terrenos tienen pendientes poco pronunciadas (menores al 20%) y suelos pedregosos. Aunque la pitaya se cultiva en sistemas agroforestales o agrosilvopastoriles, asociadas a cultivos anuales, especies arbóreas y pastoreo, en estas condiciones es más relevante, económicamente, la producción de pitaya. Los productores tienen en sus huertos plantas con edades que varían desde uno a treinta años.

La propagación se hace con "velas" (ramas o brazos) de tres años de edad (Luna-Morales et al. (2001), debido a su relativa facilidad para enraizar, lo que reduce considerablemente el tiempo juvenil. Se prefieren tallos laterales de plantas y no partes terminales, para tener frutos lo más rápido posible, al eliminar la dominancia apical (López-Gómez et al., 2000). Las velas son extraídas con un corte con machete o serrucho, 15 a 30 días antes de la plantación, para que cicatrice el corte. El 66% de los entrevistados no aplica nada para cicatrizar, el 28% aplica calcio (hidróxido de calcio) y el 3% aplica enraizador (ácido indolbutírico y naftalacético). El productor elige las velas por su longitud y grosor, así como por su estado de salud. La plantación se establece principalmente en los meses de marzo y abril. El arreglo espacial predominante es rectangular, y en menor medida en marco real, curvas de nivel o en tres bolillos. Las cepas de plantación varían de 30 a 60 cm de profundidad. En el caso de la Mixteca Baja, los productores hacen cepas de 0.30 m (Luna-Morales et al., 2001). Previo a poner la vela, algunos productores le agregan un puño de calcio (hidróxido de calcio) por cepa y una piedra alrededor para dar mayor sostén a la vela. La distancia entre plantas varía de 2 a 3 m y en la visita de campo se encontró que las distancias son muy dispares y no hay homogeneidad en la edad de las plantas. Recientemente, los productores han empezado a renovar y a aumentar el número de plantas de pitayo en sus huertos, debido a que han empezado a ver el potencial del cultivo. El deshierbe es otra práctica que los productores realizan en la época de lluvias, cuando está próxima la cosecha y es necesario que esté limpio para que no se les dificulte realizar dicha actividad. Además, consideran que las malezas compiten con los pitayos por nutrientes (28%) y causan la infestación de insectos y otras plagas (10%).

La mayoría de los productores no realiza prácticas de detección y control de plagas y enfermedades. No identifican muchas plagas en el cultivo, a excepción de un gusano blanco que causa pudriciones en los tallos del pitayo. El gusano es un barrenador (Figura 2), que se observa principalmente entre los meses de agosto y septiembre. Algunos productores mencionaron que cuando ven los tallos con pudriciones abren la parte dañada con una maderita, buscan el gusano, lo sacan y lo matan; posteriormente, sólo quitan la parte podrida, la limpian y le ponen un poco de cal, ya que ellos han visto que ayuda a proteger la herida y a rescatar el tallo. Los productores consideran que sería costoso pagar a una persona especializada para controlar esta plaga.

La reposición de plantas dañadas, principalmente por el barrenador, la realizan el 93% de los entrevistados. Para las reposiciones aprovechan a los pitayos demasiados altos. Los podan por lo general en abril, antes de floración, la cual ocurre entre los meses de mayo y junio, para utilizar las ramas para nuevos huertos y obtener algunos frutos ese mismo año. La poda también la realizan después de la cosecha, de septiembre a noviembre, para que de igual forma el próximo ciclo haya producción. La pitaya tiene la característica de ser resistente a sequías. Los productores (72%) consideran que la temporada de lluvias es suficiente para satisfacer las demandas de agua del cultivo y que no es necesario que se tengan que regar constantemente los pitayos. Un grupo pequeño de productores (7%) realiza un riego una vez al año, en la época de estiaje. En la región el nivel de manejo de la pitaya de agosto es bajo, comparado con el manejo reportado para otras regiones. Luna-Morales *et al.* (2001) identificaron en la Mixteca Baja que los campesinos utilizan un mayor número de jornales para realizar prácticas culturales durante el año. Esto es confirmado por Luna-Morales (2004), quien menciona que en la Mixteca Baja identificó más de siete prácticas de manejo para *Stenocereus stellatus*.

La cosecha de pitaya inicia en el mes de junio y julio, aunque los principales meses de producción son agosto y septiembre, lo cual coincide con lo reportado para la Mixteca Poblana por García-Suarez *et*



Figura 2. Gusano barrenador del pitayo.

Baja por Casas *et al.* (1997), 781 plantas  $ha^{-1}$  y 259 plantas  $ha^{-1}$ , respectivamente. Normalmente la UPR corta alrededor de 1 a 1.5 kg de fruto por planta por corte, cada tercer día. El peso promedio de cada pitaya es de 160 g, mayor a la reportada para la Mixteca Baja por Casas *et al.* (1997), quienes mencionan un peso promedio de 72 g. La fruta se vende en diferentes precios, dependiendo del tipo de comprador, quienes pueden ser mayorista o minoristas, predominando estos últimos. Se tiene un precio promedio de \$7.50 MX por kg, pero varía desde \$7.00 MX hasta \$11.00 MX. Considerando una densidad de población de 102.3 plantas  $ha^{-1}$ , 1.0 kg de fruto por corte y 33 cortes por temporada, se estima una producción de 3375.9 kg de pitaya por unidad de producción, generando un ingreso de alrededor de \$25,000.00 MX por año



Figura 3. Corte del fruto de la pitaya

*al.* (2007). La cosecha de las frutas se hace de manera rústica (Figura 3) y el periodo en que realiza en la región varía de 30 a 120 d, dando un promedio de 66 d en cosecha de pitaya en los dos municipios de estudio, similar a lo reportado por Luna-Morales *et al.* (2001).

Para las Unidades de Producción Rural de los productores entrevistados se estimó un total de 3400 plantas, extrapolado al 100% de las unidades de producción de las comunidades de estudio, se tienen en producción 12,319 plantas, distribuidas en aproximadamente 120.6 ha, con una densidad de población promedio de 102.3 plantas por ha. Esta densidad es mucho menor a la reportada para el Valle de Tehuacán y la Mixteca Baja por Casas *et al.* (1997), 781 plantas  $ha^{-1}$  y 259 plantas  $ha^{-1}$ , respectivamente. Normalmente la UPR corta alrededor de 1 a 1.5 kg de fruto por planta por corte, cada tercer día. El peso promedio de cada pitaya es de 160 g, mayor a la reportada para la Mixteca Baja por Casas *et al.* (1997), quienes mencionan un peso promedio de 72 g. La fruta se vende en diferentes precios, dependiendo del tipo de comprador, quienes pueden ser mayorista o minoristas, predominando estos últimos. Se tiene un precio promedio de \$7.50 MX por kg, pero varía desde \$7.00 MX hasta \$11.00 MX. Considerando una densidad de población de 102.3 plantas  $ha^{-1}$ , 1.0 kg de fruto por corte y 33 cortes por temporada, se estima una producción de 3375.9 kg de pitaya por unidad de producción, generando un ingreso de alrededor de \$25,000.00 MX por año por unidad de producción. Considerando 120.6 ha de pitaya en las comunidades de estudio, esta actividad genera un ingreso total de \$3,044,435.07 MX.

Los productores de pitaya consideran que no tienen problemas de mercado. Su principal problema es que no tienen suficiente producto para vender. La cadena productiva tiene como componente a la

UPR (productor), mayorista, minorista y el consumidor. Sólo 34% de los entrevistados indicó haber sido beneficiado en los últimos cinco años por algún programa gubernamental para el cultivo, mientras que el restante 66% menciona que solicitaron pero no les ha llegado dicho apoyo. Los apoyos para las UPR en los últimos cinco años fueron principalmente para el establecimiento de huertos (60%), para el equipamiento de las UPR (30%) y para asesoría técnica (10%). La fuente del apoyo fue principalmente del gobierno estatal, a través del programa gubernamental Alianza Contigo. Las necesidades que la mayoría considera son capacitación para el manejo de los huertos de pitaya (28%), plantación (24%), organización de productores (14%), estudio de mercado (10%) y tratamiento fitosanitario (7%).

## CONCLUSIONES

El cultivo de la pitaya de agosto es un cultivo importante para un sector de los productores entrevistados, 41% de ellos obtienen una tercera parte de sus ingresos por la producción de este cultivo, y 21% obtienen hasta 50% de sus ingresos. Para otro segmento de productores (38%) el cultivo de la pitaya de agosto será importante en el futuro, cuando inicie la producción de sus huertos. El problema principal es la baja producción de los huertos, ya que solo 25% de éstos tienen la densidad de población recomendada mínima ( $400 \text{ plantas ha}^{-1}$ ), y falta alcanzar el potencial productivo del cultivo en las comunidades de estudio. Otros factores que inciden en la baja producción del cultivo son los servicios técnicos de poca especialización, el deficiente manejo del cultivo, deficiencias organizativas que impiden el desarrollo de la red de valor, limitado acceso a activos productivos generadores de riqueza y escasa asesoría y capacitación.

## LITERATURA CITADA

- Casas A., Pickersgill J., Valiente-Banuet A. 1997. Ethnobotany and domestication in xoconochtli *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley and La Mixteca Baja, México. *Economic Botany* 51(3): 279-292.
- Casas A. 2005. El manejo tradicional y diversidad biológica, el caso del Xoconochtli. *Biodiversitas* 60: 1-6.
- Flores V. 2002. Producción y comercialización de pitaya (*Stenocereus* sp.) en México. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Chapingo, México.
- García-Suárez F., Carreto-Montoya L., Cárdenas-Navarro R., Díaz-Pérez J.C., López-Gómez R.L. 2007. Pitaya (*Stenocereus stellatus*) fruit growth is associated to wet season in Mexican dry tropic. *International Journal of Experimental Botany* 76: 19-26.
- Guillén S., Casas A., Rodríguez-Morales J. 2015. Patrones de germinación asociado a la domesticación y a la historia natural de las cactáceas columnares del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. *Gaia Scientia* 9(2): 117-128.
- López-Gómez R., Díaz-Pérez J.C., Flores Martínez G. 2000. Propagación vegetativa de tres especies de cactáceas: Pitaya (*Stenocereus griseus*), Tunillo (*Stenocereus stellatus*) y Jiotilla (*Escontria chiotilla*). *Agrociencia* 34(3): 363-367.
- Luna-Morales C. 2004. Recolección, cultivo y domesticación de cactáceas columnares en la Mixteca Baja, México. *Revista Chapingo serie Horticultura* 10(2): 95-102.
- Luna-Morales C., Aguirre R. 2001. Clasificación tradicional, aprovechamiento y distribución ecológica de la pitaya mixteca en México. *Interciencia* 26: 18-24.
- Luna-Morales C., Aguirre J.R., Peña C.B. 2001. Cultivares tradicionales mixtecos de *Stenocereus pruinosus* y *S. stellatus* (Cactaceae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, Serie Botánica* 72(2): 131-155.
- Rodríguez-Morales J., Guillén S., Casas A. 2013. Consecuencias de la domesticación de *Stenocereus stellatus* en el tamaño de las semillas y en la germinación en un gradiente de estrés hídrico. *Botanical Sciences* 91(4): 485-492.
- Rojas-Aréchiga M., Casas A., Vázquez-Yanes C. 2001. Seed germination of wild and cultivated *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) from the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Central Mexico. *Journal of Arid Environments* 49: 279-287.
- Sánchez C.H. 2010. El cultivo de la pitaya de agosto (*Stenocereus stellatus*) en los municipios de Tlaxianguilla y Xochihuehuetán, Gro. Tesis de Maestría en Desarrollo Sostenible de Zonas Indígenas. Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Puebla, Puebla. 72 p.
- Yetman D. 2007. The great cacti ethnobotany and biogeography. The University of Arizona Press. Tucson, AZ. 280 p.





# *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. UNA ESPECIE ARBÓREA MULTIPROPÓSITO PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LOS AGROECOSISTEMAS TROPICALES

## *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. A MULTIPURPOSE ARBOREAL SPECIES FOR THE SUSTAINABILITY OF TROPICAL AGROECOSYSTEMS

Canul-Solís, J.<sup>1</sup>; Alvarado-Canché, C.<sup>1</sup>; Castillo-Sánchez, L.<sup>1\*</sup>; Sandoval-Gío, J.<sup>1</sup>; Alayón-Gamboa, J.<sup>3</sup>; Piñeiro-Vázquez, A.<sup>5</sup>; Chay-Canul, A.<sup>6</sup>; Casanova-Lugo, F.<sup>4</sup>; Ku-Vera, J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Tizimín División de Estudios de Posgrado e Investigación; Final Aeropuerto Cupul S/N, Tizimín, Yucatán. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Departamento de Nutrición Animal. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Carretera Mérida-Xmatkuil km 15.5. Mérida, Yucatán, México. <sup>3</sup>El Colegio de la Frontera Sur-Unidad Campeche, Departamento de Sistemas de Producción Alternativa. Campeche, México. <sup>4</sup>Instituto Tecnológico de la Zona Maya, División de estudios de Posgrado e Investigación, Carretera Chetumal-Escárcega km.15.5, Ejido Juan Sarabia, Quintana Roo, México. <sup>5</sup>Instituto Tecnológico de Conkal, División de Estudios de Posgrado e Investigación., Avenida Tecnológico s/n. Conkal, Yucatán, México. <sup>6</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco División Académica de Ciencias Agropecuarias, Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A. La Huasteca 2ª Sección, Villahermosa, Tabasco, México.

\*Autor de correspondencia: hymenopterales@hotmail.com

### ABSTRACT

**Objective:** Review the various uses and applications of *Gliricidia sepium* in tropical agroecosystems.

**Design/methodology/approach:** In this article we reviewed literature on *Gliricidia sepium* from the last 20 years, focusing on those publications that present results on uses, applications and ecosystem services; in order to provide relevant information in tropical agroecosystems.

**Results:** We find that *Gliricidia sepium*, is an arboreal species that presents diverse alternatives of use within agroecosystems, that allow to improve livestock production, management in the control of pests and diseases in various crops, supports the symbiotic fixation of nitrogen and therefore, it presents diverse important ecosystem services in tropical agroecosystems.

**Limitations of the study/implications:** Although it is considered an important plant in animal feed and with diverse ecosystem services, little relevant information was found on the effect of secondary metabolites on other organisms and the value it presents in the interaction with other living beings.

**Findings/Conclusions:** The inclusion of *Gliricidia sepium* can contribute to improve sustainability in tropical agroecosystems, because it provides ecological benefits in agroecosystems; contributes to improve the quality of the diet for the animals; In addition, it represents a viable option for the biological control of insect pests through the use of extracts for this purpose.

**Keywords:** environmental services, carbon capture, ruminants, forage.

## RESUMEN

**Objetivo:** Revisar los diversos usos y aplicaciones que posee *Gliricidia sepium* en los agroecosistemas tropicales.

**Diseño/metodología/aproximación:** En este artículo revisamos literatura sobre *Gliricidia sepium* de los últimos 20 años, enfocándonos en aquellas publicaciones que presentan resultados sobre usos, aplicaciones y servicios ecosistémicos; con la finalidad de aportar información de relevancia en los agroecosistemas tropicales.

**Resultados:** Encontramos que *Gliricidia sepium*, es una especie arbórea que presenta diversas alternativas de uso dentro de los agroecosistemas, que permiten mejorar la producción ganadera, el manejo en el control de plagas y enfermedades en diversos cultivos, apoya en la fijación simbiótica de nitrógeno y por ende, presenta diversos servicios ecosistémicos importantes en los agroecosistemas tropicales.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Aunque se considera una planta importante en la alimentación animal y con diversos servicios ecosistémicos, se encontró poca información relevante sobre el efecto que presentan los metabolitos secundarios sobre otros organismos y el valor que presenta en la interacción con otros seres vivos.

**Hallazgos/conclusiones:** La inclusión de *Gliricidia sepium* puede contribuir a mejorar la sustentabilidad en los agroecosistemas tropicales, porque aporta beneficios ecológicos en los agroecosistemas; contribuye a mejorar la calidad de la dieta para los animales; además, representa una opción viable para el control biológico de insectos plagas a través del uso de extractos para tal fin.

**Palabras clave:** servicios ambientales, captura de carbono, rumiantes, forraje.

es describir las evidencias del uso de *G. sepium* en la sustentabilidad de los agroecosistemas en el trópico.

La producción de follaje de *G. sepium* en cercas vivas, se ha reportado hasta de 6.2 t MS ha año<sup>-1</sup> cortada cada 90 d (Pedraza y Gálvez, 2000). Nyoka *et al.* (2012) evaluaron la producción de 14 accesiones de *G. sepium* en cinco sitios en los trópicos (Indonesia y Nigeria) y subtropicos (Australia, Malawi y Zambia) obteniendo rendimientos entre 0.278 y 0.776 t ha mes<sup>-1</sup>. Dulormne *et al.* (2003) registraron una producción promedio de 1.5 t de MS ha<sup>-1</sup> en un sistema silvopastoril compuesto por *G. sepium*+*Dichanthium aristatum* (Poir.) C.E. Hubb., con densidad de 13 000 árboles ha<sup>-1</sup> y podas parciales cada dos meses. En el Oriente de Yucatán, México, al evaluar dos alturas de corte (0.45 y 0.90 m) y tres frecuencias de corte (45, 60 y 75 d) de *G. sepium* en un banco forrajero de dos años, se registró que se puede mejorar la producción a través del manejo de la frecuencia de corte (60 d) en ambas alturas de corte (Ramos *et al.*, 2016). En trabajo similar, Edvan *et al.* (2014) reportaron que la edad de 90 d a 90 cm de altura se produce mayor rendimiento forrajero en *G. sepium* en época de seca y lluvias en el noreste del estado de Ceará en Brasil (5.09 t de MS ha<sup>-1</sup>). En este sentido, cabe enfatizar que la procedencia de *G. sepium*, el ambiente en que se establece y prácticas de manejo son los principales factores que afectan la producción de forraje (Nyoka *et al.*, 2012). Por otra parte, se ha registrado que el contenido de PC de *G. sepium* fluctúa de 220 a 291 g kg<sup>-1</sup> de materia seca (MS) (Kabi y Lutakome, 2013). También se ha encontrado que la edad de *G. sepium* a la cosecha no afecta la calidad

## INTRODUCCIÓN

Los árboles forrajeros leguminosos representan una alternativa para lograr la sustentabilidad en agroecosistemas del trópico (Wise y Cacho, 2005) y son fáciles de integrar en los sistemas de producción ganaderos tradicionales extensivos e intensivos (Ku-Vera *et al.*, 2013). En el trópico existe una elevada diversidad de árboles tropicales para este fin, entre los cuales destacan *Acacia pennatula* (Schltdl. & Cham) Benth., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Guazuma ulmifolia* Lam., *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., los cuales contienen un contenido de proteína cruda (PC) superior a los pastos tropicales, por lo que estas arbóreas podrían representar una estrategia de suplementación proteica en las épocas de estiaje. En este sentido, *G. sepium* presenta características productivas atractivas para los agroecosistemas tropicales, dentro de las que destaca el perfil de metabolitos secundarios que son utilizados para el control biológico de plagas en cultivos (González-López *et al.*, 2017) y vectores de virus causantes de padecimientos de salud pública (Alvarez *et al.*, 2016). Desde el punto de vista ambiental, la integración de *G. sepium* incrementa la captura de carbono (Villanueva-López *et al.*, 2015) y la fijación biológica de nitrógeno (N), de tal forma que beneficia la calidad del suelo (Rodríguez *et al.*, 2015). Por lo tanto, el objetivo del trabajo

del follaje, lo que podría ser un atributo relevante, dado que no presenta variaciones nutricionales significativas; además, en la época seca, aporta minerales, energía digerible, proteína fermentable y sobrepasante para los rumiantes, que podría ser explicado por el uso eficiente del agua en sistemas agroforestales donde se incluye dicha fabaceae (Chirwa et al., 2007).

### Alimentación de rumiantes

*Gliricidia sepium* es una planta que puede mejorar la calidad nutritiva de la dieta de los rumiantes en el trópico (Ku-Vera et al., 2013). El consumo del follaje de *G. sepium* por rumiantes favorece el crecimiento adecuado de la micro-flora ruminal y la eficiencia de la utilización del forraje de baja calidad al incrementar la digestibilidad de la ración (Castrejón et al., 2016). Contiene saponinas que se utilizan como regulador de la fermentación ruminal, mejora la eficiencia en el uso de la energía de la dieta y reduce emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) ruminal, hasta en un 70% (Silivong et al., 2012). El follaje al evaluarse como fuente de N, en sustitución de harina de pescado y maíz (*Zea mays* L.), en alimento concentrado para cabras, indican una mejora en el consumo de MS y ganancia de peso sin afectar la digestibilidad de la dieta a un menor costo de alimentación comparado a un concentrado comercial (Ondiek et al., 2000). Mata et al. (2006) en cruces de borregos Pelibuey × Black belly en pastoreo de *Cynodon plectostachyus* K. Schum. y suplementados con 200 g de harina de *G. sepium* encontraron valores adecuados de NH<sub>3</sub>-N en el líquido ruminal (11,75 mg d/l). Similarmente, se observó que es posible reemplazar una proporción (250 g) del alimento balanceado ofrecido a cabras West African por hojas de *G. sepium*, sin afectar el comportamiento animal y con consumo de MS de 3.55 a 4.2% del peso vivo (Assalou et al., 2012). Este mismo comportamiento se observó al incluir 20 y 40% del follaje de *G. sepium* en un microsilo, registrando que el consumo de MS se incrementó 74% en ovinos Pelibuey (Pinto et al., 2010).

Abdulrazak et al. (2006) evaluaron el suplemento de *G. sepium* a la dieta base de *Panicum maximum* en cabras y reportaron incremento en el consumo (22.5 g kg<sup>-1</sup> vs. 19.5 g kg<sup>-1</sup>) y la digestibilidad de la dieta base, comparado a sólo *P. maximum* (635 vs. 599 g kg MS<sup>-1</sup>). En borregos Pelibuey en crecimiento (2.5-3.5 meses) se evaluó la inclusión de niveles crecientes de follaje de *G. sepium* y reportan que la suplementación con 30% de follaje de la arbórea no afecta el consumo de MS aumentando la digestibilidad de la PC en la dieta (Avilés et al., 2013). Por su

parte, González et al. (2002) alimentó becerras Holstein en pastoreo de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf. y suplementadas con un 2% de su peso vivo con una ración de 60% de harina de maíz + 30% de harina de follaje de *G. sepium*, observaron ganancias diarias de peso de 157 g, estos resultados evidencian el uso de este recurso forrajero para mejorar la calidad nutricional de los rumiantes en el trópico.

### Asociaciones con macro y microorganismos del suelo

La mayor superficie de suelos destinados para la ganadería y agricultura convencional se encuentra en proceso de degradación y desertificación, debido a la pérdida de fertilidad asociada con la extracción intensiva de nutrientes, lo que disminuyen su productividad biológica y su capacidad actual o futura para sostener la vida (Oldeman, 1998). En consecuencia, año con año los productores tienen la necesidad de remover la vegetación natural para el establecimiento de nuevas áreas de cultivo. A pesar de lo anterior, el papel de las interacciones con microorganismos del suelo ha sido poco explorado. Al respecto, en un estudio de Huerta y van der Wal (2012) encontraron que la abundancia de *G. sepium* en diferentes regiones muestran una fuerte correlación con la abundancia de lombrices de tierra y que éstas a su vez tienen una correlación significativa con la materia orgánica contenida en el suelo; otros como Knopf et al. (2013) observaron que la interacción de *G. sepium* principalmente con hongos micorrízicos, incrementa la adquisición de nutrientes tales como N y P, y generan protección contra patógenos. Giri (2017) reveló que la inoculación de *G. sepium* con el hongo micorrízico *Rhizophagus fasciculatus* (Thaxt.) C. Walker & A. Schüßler, incrementó significativamente el crecimiento y la biomasa de las plantas en condiciones salinas. *G. sepium* mostró un alto grado de dependencia de la simbiosis micorrízica (cerca del 47%) bajo dichas condiciones.

### Control de plagas

Los diversos metabolitos secundarios que posee *G. sepium*, se han utilizado para el control de plagas. Existen reportes acerca del control de huevos y larvas de *Anopheles stephensi* Liston (Krishnappa et al., 2012), efecto larvicida de *Aedes aegypti* Linnaeus (Alvarez et al., 2016), efecto garrapaticida sobre adultos de *Rhipicephalus microplus* Canestrini (Rodríguez y Pulido, 2015), actividad acaricida contra *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Sivira et al., 2011), control de nemátodos gastrointestinales de ovinos (Pérez et al., 2014), así como actividad nematocida contra *Meloidogyne* in-

cognita Kofoid & White (Nazli *et al.*, 2008). Un estudio realizado por González-López *et al.* (2017) en condiciones *in vitro* muestra que los extractos acuosos de *G. sepium* tuvieron una eficacia del 71.4% en el control del *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Asimismo, las larvas expuestas a los extractos acuosos presentaron un menor índice de consumo, crecimiento y utilización del alimento con relación al tratamiento control.

### Reciclaje de nutrientes

*Gliricidia sepium* como cercas vivas aporta hojarasca al suelo, lo que genera un ambiente propicio para el desarrollo de la fauna edáfica: lombrices y coleópteros, benéficos para el ecosistema, porque ayudan en la descomposición de la materia orgánica (González *et al.*, 2013). Akinnifesi *et al.* (2006) al evaluar la sustentabilidad de producción de maíz intercalado con *G. sepium* encontraron que las podas de *G. sepium* y depósito de la biomasa al suelo incrementa la producción de maíz tres veces comparado al monocultivo de la gramínea. De manera similar, Barreto *et al.* (2012) concluyeron que la frecuencia de aprovechamiento (cuatro podas anuales) de *G. sepium* en el sistema de cultivo intercalado en maíz mejora la productividad del cultivo y la calidad del suelo, a largo plazo. Beedy *et al.* (2010) al intercalar *G. sepium* en el cultivo de maíz observó incremento significativo del contenido de materia orgánica del suelo, partículas orgánicas de suelo, la fracción de partículas de materia orgánica en forma de carbón y fracciones de las partículas en forma de N, así como la conductividad eléctrica.

Adicionalmente, se ha reportado que, *G. sepium* contribuye al cicla-

je y reciclaje del P, K, Ca y Mg (Makumba *et al.*, 2006 y 2007). Mweta *et al.* (2007) indican que la adición de follajes de *G. sepium* al suelo bajo sistemas de cultivo intercalado con maíz (*Zea mays* L.), incrementa la disponibilidad de fósforo y el ciclaje de este mineral. Esto se demuestra en un estudio realizado bajo un sistema de callejones en suelo ultisol y alfisol donde se evaluó la capacidad para producción de biomasa y se observó que *G. sepium* fue mejor a las otras especies estudiadas como árbol para fijación de N bajo este sistema de producción (Fagbenro *et al.*, 2015). Rodrigues *et al.* (2015) encontraron en un sistema agroforestal con *Cenchrus ciliaris* L. y *Opuntia ficus-indica* L., que *G. sepium* contribuyó con altas cantidades de N al sistema (>50 % del N fijado en el sistema).

### Captura de carbono y regulación de las emisiones de CO<sub>2</sub> del suelo

Se ha demostrado que la captura de carbono contribuye a la mitigación del impacto ambiental producido por el dióxido de carbono (Gómez *et al.*, 2010). Sin embargo, existen escasas herramientas para la adaptación al cambio climático. Por lo tanto, la captura de carbono puede ser una herramienta útil en los ecosistemas y agroecosistemas silvopastoriles debido a que los instrumentos económicos existentes y los que se van creando tienen el fin de fomentar la adaptación al ofrecer incentivos a la anticipación y amortiguación de los impactos del cambio climático (IPCC, 2014). Bajo este contexto, en los sistemas silvopastoriles se potencializa la captura y almacenamiento de carbono (Villanueva-López *et al.*, 2015). En el trópico, *G. sepium* es una especie que ha sido seleccionada para este propósito, con múltiples investigaciones que lo confirman. Wise y Cacho (2005), al realizar una modelación con *G. sepium* encontraron una fuerte asociación entre el uso de esta leguminosa con su rentabilidad, en especial con respecto al pago de servicios ambientales (captura de carbono). Los análisis demostraron el beneficio adicional del binomio secuestro-almacenamiento de carbono, lo que permitiría mantener la productividad de tierra, bajo diferentes esquemas de cultivo, a largo plazo (25 años). Por otro lado, Makumba *et al.* (2007), encontraron que la asociación de *G. sepium* con maíz, captura carbono casi el doble que el monocultivo de maíz (1.6 t), en un estudio a largo plazo (10 años), encontraron óptimos resultados en esta escala de tiempo en comparación con estudios a mediano plazo (7 años). Por su parte, Makumba *et al.* (2006) reportaron bajo condiciones de cultivo continuo, en el suelo de 0-20 cm de profundidad incremento en el carbono orgánico (3 g kg<sup>-1</sup>) después de 11 años de adición de residuos de las podas de *G. sepium* comparado al suelo del monocultivo de maíz. Recientemente, en México se ha estudiado la capacidad de esta especie para capturar y almacenar carbono, en su modalidad de cercas vivas (Villanueva-López *et al.*, 2015), encontrando un almacenamiento de carbono en biomasa moderado para un sistema silvopastoril de *G. sepium* en comparación con otro conformado por pasto en monocultivo, así como un almacenamiento en suelo, también ligeramente mayor.

### LITERATURA CITADA

- Abdulrazak S. A., Kahindi R. K., Muinga R. W. 2006. Effects of Madras thorn, *Leucaena* and *Gliricidia* supplementation on feed intake, digestibility and growth of goats fed *Panicum* hay. *Livestock Research for Rural Development* 18: 124-128.
- Akinnifesi F. K., Makumba W., Kwesiga F. R. 2006. Sustainable Maize Production Using *Gliricidia* Maize Intercropping in Southern Malawi. *Experimental Agriculture* 42: 441-457.

- Alvarez M. R., Heralde III F., Quiming N. 2016. Screening for larvicidal activity of ethanolic and aqueous extracts of selected plants against *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* larvae. *Journal of Coastal Life Medicine* 4: 143-147.
- Assalou V. O., Binoumote R. T., Akinlade J. O., Oyelami O. J. 2012. Intake and Growth performance of West African Dwarf Goats Fed *Moringa oleifera*, *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* Dried Leaves as Supplements to cassava peels. *Journal of Biology, Agriculture, and Healthcare* 2: 76-88.
- Avilés-Nieto J. N., Valle-Cerdán J. L., Castrejón-Pineda F., Angeles-Campos S., Vargas E. 2013. Digestibility of Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*)-based diets supplemented with four levels of *Gliricidia sepium* hay in hair sheep lambs. *Tropical Animal Health and Production* 45: 1357-1362.
- Barreto A. C., Chaer G. M., Fernandes M. F. 2012. Hedgerow pruning frequency effects on soil quality and maize productivity in alley cropping with *Gliricidia sepium* in Northeastern Brazil. *Soil and Tillage Research* 120: 112-120.
- Beedy T. L., Snapp S. S., Akinnifesi F. K., Sileshi G. W. 2010. Impact of *Gliricidia sepium* intercropping on soil organic matter fractions in a maize-based cropping system. *Agriculture, ecosystems & environment* 138: 139-146.
- Castrejón-Pineda F. A., Martínez-Pérez P., Corona L., Cerdán J. L. V., Mendoza G. D. 2016. Partial substitution of soybean meal by *Gliricidia sepium* or *Guazuma ulmifolia* leaves in the rations of growing lambs. *Tropical animal health and production* 48: 133-137.
- Chirwa P. W., Ong C. K., Maghembe J., Black C. R. 2007. Soil water dynamics in cropping systems containing *Gliricidia sepium*, pigeonpea and maize in southern Malawi. *Agroforestry Systems* 69: 29-43.
- Dulormne M., Sierra J., Nygren P., Cruz P. 2003. Nitrogen-fixation dynamics in a cut-and-carry silvopastoral system in the subhumid conditions of Guadeloupe, French Antilles. *Agroforestry Systems* 59: 121-129.
- Edvan R. L., Carneiro M. D. S., Magalhães J. A., Albuquerque D. R., de M Silva M. S., Bezerra L., Oliveira L. R., Santos E. M. 2014. The forage yield of *Gliricidia sepium* during the rainy and dry seasons following pruning management in Brazil. *Ciencia e Investigación Agraria* 41: 309-316.
- Fagbenro J. A., Oshunsanya S. O., Aluko P. A., Oyeleye B. A. 2015. Biomass Production, Tissue Nutrient Concentration, and N<sub>2</sub>-Fixing Potentials of Seven Tropical Leguminous Species. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 46: 709-723.
- Gómez-Castro H., Pinto-Ruiz R., Guevara-Hernández F., Gonzalez-Reyna A. 2010. Estimaciones de biomasa aérea y carbono almacenado en *Gliricidia sepium* (Lam.) y *Leucaena leucocephala* (Jacq.) y su aplicación en sistemas silvopastoriles. *ITEA Información Técnica Económica Agraria* 106: 256-270.
- González D.T., Hernández O.L., Rodríguez L.M.C., Viera G.R.V. 2013. Evaluación del aporte de hojarasca y la fauna edáfica asociada a *Gliricidia sepium* (Jacq) Kunth ex Walp como cercas vivas en sabanas ultramáficas. *Revista de Producción Animal* 25(2).
- González-López G., Ojeda-Chi M., Casanova-Lugo F., Díaz-Echeverría V., Avitia-Deras A., Soria-Fregoso M. J., Cetzal-Ix W., Basu S.K. 2017. Efficacy of plant extracts and nutritional alterations on *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) under *in vitro* conditions. *FUW Trends in Science & Technology Journal* 2: 7-11.
- González-Villalobos D., Palomares-Naveda R., Navarro E., Razz R., Soto-Castillo G., Quintero-Moreno A. 2002. The use of *Gliricidia sepium* in the supplementary feeding of crossbred female calves. *Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias de La Universidad Del Zulia* 12: 384-387.
- Giri B. 2017. Mycorrhizal dependency and growth response of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. under saline condition. *Plant Science Today* 4: 154-160.
- Huerta E., van der Wal H. 2012. Soil macroinvertebrates abundance and diversity in home gardens in Tabasco, Mexico, vary with soil texture, organic matter and vegetation cover. *European Journal of Soil Biology* 50: 68-75.
- IPCC. 2014. Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (R. K. Pachauri & L. Meyer, Eds.). Ginebra, Suiza: IPCC. 157 p.
- Kabi F., Lutakome P. 2013. Effect Of Harvesting *Gliricidia sepium* At Different Cutting Frequencies On Quantity And Quality Of Herbage Biomass For Dairy Cattle Nutrition. *Journal of Animal Science Advances* 3: 321-336.
- Knopf E., Blaschke H., Munch J. 2013. Improving Moringa growth by using Autochthonous and Allochthonous arbuscular mycorrhizal fungi in Lake Victoria Basin. *West African Journal of Applied Ecology* 21: 47-57.
- Krishnappa K., Dhanasekaran S., Elumalai K. 2012. Larvicidal, ovicidal and pupicidal activities of *Gliricidia sepium* (Jacq.) (Leguminosae) against the malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Culicidae: Diptera). *Asian Pacific journal of tropical medicine* 5: 598-604.
- Krishnaveni K. V., ThaiyalNayaki R., Balasubramanian G. M. 2015. Effect of *Gliricidia sepium* leaves extracts on *Aedes aegypti*: Larvicidal activity. *Journal of Phytology* 7: 26-31.
- Ku-Vera J. C., Ayala-Burgos A. J., Solorio-Sánchez F. J., Briceño-Poot E. G., Ruiz-González A., Piñeiro-Vázquez A. T., Barros-Rodríguez M., Soto-Aguilar A., Espinoza-Hernández J. C., Albores-Moreno S., Chay-Canul A. J., Aguilar-Pérez C. F., Ramírez-Avilés R., Bazán-Godoy J. 2013. Tropical tree foliages and shrubs as feed additives in ruminant rations. *In: Nutritional Strategies of Animal Feed Additives*. Nova Sci. Publishers. New York. USA. Pp. 59-76.
- Makumba W., Akinnifesi F. K., Janssen B., Oenema O. 2007. Long-term impact of a *Gliricidia*-maize intercropping system on carbon sequestration in southern Malawi. *Agriculture, ecosystems & environment* 118: 237-243.
- Makumba W., Janssen B., Oenema O., Akinnifesi F. K., Mweta D., Kwesiga F. 2006. The long-term effects of a *Gliricidia*-maize intercropping system in Southern Malawi, on *Gliricidia* and maize yields, and soil properties. *Agriculture, ecosystems & environment* 116: 85-92.
- Mata-Espinosa M. A., Hernández S., Cobos-Peralta M. A., Ortega-Cerrilla M. E., Mendoza M., Arcos G. 2006. Productive lambs performance and ruminal fermentation using cocote (*Gliricidia sepium*), morera (*Morus alba*) and Tulipan (*Hibiscus rosa-sinensis*) meal as supplement. *Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias de La Universidad Del Zulia* 16: 249-256.
- Mweta D. E., Akinnifesi F. K., Saka D. K., Makumba W., Chokotho N. 2007. Green manure from prunings and mineral fertilizer affect

- phosphorus adsorption and uptake by maize crop in a *Gliricidia*-maize intercropping. Scientific Research and Essay 2: 446–453.
- Nazli R., Akhter M., Ambreen S., Solangi A. H., Sultana N. 2008. Insecticidal, nematocidal, and antibacterial activities of *Gliricidia sepium*. Pak. J. Bot 40: 2625-2629.
- Nyoka B. I., Simons A. J., Akinnifesi F. K. 2012. Genotype–environment interaction in *Gliricidia sepium*: Phenotypic stability of provenances for leaf biomass yield. Agriculture, ecosystems & environment 157: 87-93.
- Oldeman L. R. 1998. Guidelines for general assessment of the status of human-induced soil degradation. Working paper 88/4. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC). Wageningen. 1-35.
- Ondiek J. O., Tuitoek J. K., Abdulrazak S. A., Bareeba F. B., Fujihara T. 2000. Use of *Leucaena leucocephala* and *Gliricidia sepium* as Nitrogen Sources in Supplementary Concentrates for Dairy Goats Offered Rhodes Grass Hay. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 13: 1249–1254.
- Pedraza R. M., Gálvez M. 2000. Nota sobre el rendimiento, porcentaje de hojas y grosor del tallo del follaje de postes vivos y *Gliricidia sepium* podadas cada 90 días. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 34: 81-84.
- Pérez-Pérez C., Hernández-Villegas M. M., de la Cruz-Burelo P., Bolio-López G. I., Hernández-Bolio G. I. 2014. Efecto antihelmíntico *in vitro* del extracto metanólico de hojas de *Gliricidia sepium* contra nemátodos gastrointestinales de ovinos. Tropical and Subtropical Agroecosystems 17: 105-111.
- Pinto R., Hernández D., Guevara F., Gómez H., Medina F., Hernández A., Jiménez J. A., Alfonso E., Mendoza P., Ruiz B. 2010. Preference of sheep for *Pennisetum purpureum* silage mixed with tropical forage tree foliage. Livestock Research for Rural Development 22: 106
- Ramos-Trejo O., Canul-Solis J. R., Ku-Vera J. C. 2016. Forage yield of *Gliricidia sepium* as affected by harvest height and frequency in Yucatan, Mexico. Revista Bio Ciencias 4: 116–123.
- Rodrigues-Martins J. C., Santiago-de Freitas A. D., Cezar-Menezes R. S., de Sá Barreto-Sampio E. V. 2015. Nitrogen symbiotically fixed by cowpea and *Gliricidia* in traditional and agroforestry systems under semiarid conditions. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 50: 178–184.
- Rodríguez-Molano C. E., Pulido-Suárez N. J. 2015. Eficacia de extractos vegetales sobre la garrapata adulta *Rhipicephalus* (Boophilus) microplus y su oviposición. Revista Cubana de Plantas Medicinales 20: 375-388.
- Silivong P., Xaykham O., Aloun O., Preston T. R. 2012. Effect of potassium nitrate and urea on feed intake, digestibility, N balance and methane production of goats fed a basal diet of *Gliricidia* (*Gliricidia sepium*) and Mimosa (*Mimosa pigra*) foliages supplemented with molasses. Livestock Research for Rural Development 24: 138.
- Sivira A., Sanabria M. E., Valera N., Vásquez C. 2011. Toxicity of ethanolic extracts from *Lippia origanoides* and *Gliricidia sepium* to *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae). Neotropical entomology 40: 375-379.
- Villanueva-López G., Martínez-Zurimendi P., Casanova-Lugo F., Ramírez-Avilés L., Montañez-Escalante P. I. 2015. Carbon storage in livestock systems with and without live fences of *Gliricidia sepium* in the humid tropics of Mexico. Agroforestry Systems 89: 1083-1096.
- Wise R., Cacho O. 2005. A bioeconomic analysis of carbon sequestration in farm forestry: a simulation study of *Gliricidia sepium*. Agroforestry Systems 64: 237-250.

# ASPIRACIONES, EXPECTATIVAS EDUCATIVAS Y DE TRABAJO DE ESTUDIANTES DE BACHILLERATO DEL PLANTEL CUALÁC Y METLATÓNOC, GUERRERO

## ASPIRATIONS, EDUCATIONAL AND WORK EXPECTATIONS OF STUDENTS OF THE BACCAULAREATE SCHOOLS OF CUALÁC AND METLATÓNOC, GUERRERO

Nájera-Nájera, H.<sup>1</sup>; Olvera-Hernández, J.I.<sup>2\*</sup>; Guerrero-Rodríguez, J.D.<sup>2</sup>; Aceves-Ruiz, E.<sup>2</sup>; Vargas-López, S.<sup>2</sup>; Álvarez-Calderón, N.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela Secundaria Técnica No. 133 Plan de Ayutla, Metlatónoc, Guerrero, México. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205 Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México.

\*Autor de correspondencia: joseisabel@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To know and analyze the educational and labor perspectives of high school students in the municipalities of Metlatónoc and Cualác, Guerrero.

**Methodology:** The subjects of the study were the students who attended the sixth semester of the Baccaulaerate schools of Cualác and Metlatónoc, to which a census questionnaire was applied to 82 of them (44 women and 38 men) to gather information about their aspirations, educational and work expectations. The information was analyzed using descriptive statistics.

**Results:** The young people are of Tu'un savi (Mixteco) and Náhuatl origin, with ages between 17 and 21 years old. More than 50% of them work and study. Their parents are peasants and their mothers attend the home, they have a low educational level, 25% are illiterate and 50% did not complete primary school. The students chose the Baccaulaerate because of the lack of economic resources to study in another place. They have an enthusiasm and interest to finish their technical career and continue studying at the university (80%). As job expectations, they are inclined towards education, commerce, cars mechanic, office and agricultural activities.

**Study limitations:** In this survey, only students were interviewed, not parents or teachers, which would have allowed a more complete study.

**Conclusions:** Parents, despite the low level of schooling, support their children, who are willing to learn, finish their baccaulaerate and continue studying at the university to have a good job, security and good economic perceptions.

**Keywords:** indigenous community, education, youth, salary, work.

### RESUMEN

**Objetivo:** Conocer y analizar las perspectivas educativas y laborales de los estudiantes de Bachillerato de los municipios de Metlatónoc y Cualác, Guerrero.

**Metodología:** Los sujetos de estudio fueron los estudiantes que cursaban el sexto semestre de los colegios de Bachilleres de Cualác y Metlatónoc, a los cuáles se les aplicó un cuestionario por censo a 82 de ellos, 44 mujeres y 38 hombres para captar información sobre sus aspiraciones, expectativas educativas y de trabajo. La información se analizó mediante estadísticos descriptivos.

**Resultados:** Los jóvenes son de origen Tu'un savi (Mixteco) y Náhuatl, con edades entre 17 y 21 años. Más del 50% de ellos trabaja y estudia. Sus padres son campesinos y sus madres atienden el hogar, tienen un nivel educativo bajo, 25% es analfabeta y 50% no completó la primaria. Los estudiantes eligieron el Bachillerato por la falta de recursos económicos para estudiar en otro lugar. Tienen un entusiasmo e interés por terminar su carrera técnica y continuar estudiando la universidad (80%). Como expectativas de trabajo, se inclinan por la educación, el comercio, mecánicos de autos, oficina y actividades agropecuarias.

**Limitaciones de estudio:** En el trabajo solo se entrevistó a estudiantes, no a padres ni a maestros, lo cual hubiera permitido tener un estudio más completo.

**Conclusiones:** Los padres a pesar del bajo grado de escolaridad, apoyan a sus hijos, los cuales tienen disposición por aprender, terminar su Bachillerato y continuar estudiando la universidad para tener un buen trabajo, seguridad y buenas percepciones económicas.

**Palabras clave:** comunidad indígena, educación, jóvenes, salario, trabajo.

Quaglia, 1989). Las aspiraciones que tienen los jóvenes que viven en condiciones adversas se relacionan con el destacar en la educación recibida, ya que es un medio para lograr sus metas (Vélez, 2007). Sin embargo, sus expectativas son condicionadas por los estudios elegidos (Vázquez y Manassero, 2009). Las expectativas de la juventud se centran en necesidades económicas y socio-biológicas, que para alcanzar sus objetivos están dispuestos a someterse a varios sacrificios; donde su miedo a no tener empleo, los hace motivarse a pesar de los grandes sacrificios que hagan para conseguir su objetivo (Whar, 2005).

Respecto al trabajo laboral, Ramírez *et al.* (2006) mencionan que los estudiantes se ven motivados a ingresar a los bachilleratos por cuestiones laborales, ellos vislumbran sus ingresos en poco tiempo al entrar al mercado de trabajo. Esto se explica por la difícil situación económica en que se encuentran las familias rurales, y la necesidad de que los jóvenes estudiantes aporten a la economía familiar. La esperanza de los estudiantes al trabajo laboral es subjetiva, debido a que el sistema educativo actual no proporciona los conocimientos indispensables que se requieren para enfrentar la diversidad de opciones viables de trabajo que demanda la sociedad (Lacki, 2005). De Garay y Vázquez (2004) mencionan que los estudiantes tienen que trabajar para pagar estudios, ayudar al gasto familiar, sostener a la familia, tener independencia económica y adquirir experiencia laboral. Carrillo y Ríos (2009) aluden a que la oferta de trabajo en estudiantes de licenciatura en México está determinada en función a los factores socioeconómicos, la escolaridad del jefe de familia, la edad,

## INTRODUCCIÓN

**La educación** supone una relación entre el nivel educativo alcanzado y la remuneración (CEPAL, 2007), de manera que ésta tiene la tarea de responder a las necesidades de la población de estudiantes. Constituye un medio por el cual una nación puede ser capaz de propiciar un crecimiento económico sostenido; si ésta se subestima, no se podrá tener éxito en el desarrollo (García, 2001). Murillo (2006) la concibe como una actividad trascendente que responde al hombre en sociedad. Peñaloza y Castañeda (2008) indican que la mayoría de los sistemas educativos no son positivos debido a que se sustentan en modelos fallidos en cuanto a cómo las personas aprenden. Una dificultad del sistema educativo nacional es la carencia en la cobertura de la educación media y superior, así como los niveles de aprendizaje competitivos (Solís, 2010).

Los estudiantes para cumplir con sus expectativas deben tener motivación. Arias y Flores (2005) mencionan que es un estímulo, un interés o fuerza intrínseca en relación con algún objetivo que el individuo quiere alcanzar. Son varios elementos que mediante una combinación impulsan a los individuos a iniciar acciones orientadas a cumplir sus objetivos (Colmenares y Delgado, 2008). La motivación que pueden tener los estudiantes influye en el aprendizaje, es una de las causas más importantes en el fracaso de éstos (Polanco, 2005). Los sujetos que tienen éxito escolar se consideran capaces, presentan alta motivación de logro y muestran confianza en sí mismos, además, un autocontrol escolar y habilidades sociales (Edel, 2003).

Otro punto clave en la educación de los estudiantes son las aspiraciones y expectativas ocupacionales. Las aspiraciones son los deseos o expectativas que tiene un individuo para alcanzar una meta (García y Bartolucci, 2007;

el sexo y la carrera de estudio. Sin embargo, el trabajo es un elemento central en la vida social de los jóvenes (Leyva y Rodríguez, 2006).

La Montaña de Guerrero es una región de muy alta marginación, pobreza extrema, acentuado analfabetismo, escasa infraestructura educativa de nivel medio y superior. Dicha situación pone en desventaja tanto a los jóvenes que desean continuar estudiando como a los que quieren incorporarse al trabajo, en comparación con otros donde tienen mejores servicios y calidad de vida. Con base en la información referida anteriormente, el presente trabajo tuvo como objetivo conocer y analizar las aspiraciones y expectativas educativas y de trabajo de estudiantes del Colegio de Bachilleres de Cualác y Metlatónoc, ubicados en La Montaña Alta del estado de Guerrero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en los municipios de Metlatónoc y Cualác, localizados en las coordenadas geográficas 17° 12' 44" y 17° 44' 35" de latitud norte y 98° 24' 29" y 98° 39' 33" de longitud oeste (INEGI, 2010), respectivamente. Los municipios son parte de la región de La Montaña de Guerrero, una de las regiones prioritarias por alta marginación, pobreza extrema, escasos servicios, pocas oportunidades de empleo e ingreso, agricultura de subsistencia y migración, entre otros. Los sujetos de estudio fueron los estudiantes que cursaban el sexto semestre de los Colegios de Bachilleres de Cualác y Metlatónoc. Son estudiantes hablantes de Tu'un savi (Mixteco) y Náhuatl como lenguas maternas. Se aplicó un cuestionario por censo a todos los estudiantes, entrevistando a 44 mujeres y 38 hombres.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Información general de los estudiantes

El rango de edad fue de 17 a 21 años con promedio de 18. El 57.3 % de los entrevistados fueron mujeres y el 42.7 % hombres. El mayor número de mujeres se debe a que más del 70 % de las familias cuenta con apoyo del Programa Oportunidades que apoya la educación; mientras que, culturalmente los varones tienen la obligación de contribuir al ingreso familiar y tienden más a migrar para trabajar en los campos agrícolas de Sinaloa y Morelos, abandonando los estudios, o bien no continuando los estudios de bachillerato.

Respecto al idioma, el 52.5 % tiene como lengua materna Tu'un savi (Mixteco) y Náhuatl, el resto, español

(47.5 %). En 2015, el 6.5 % y 15.3 % de las personas de 3 años y más de edad, hablaban alguna lengua indígena a nivel nacional y en el estado de Guerrero, respectivamente (INEGI, 2016); cifras inferiores a las encontradas en los municipios de estudio.

Se encontró que el 48.8 % sólo estudia, mientras que el 51.2 % tiene que estudiar y trabajar. Vázquez (2009), en su investigación reportó que el 59.3 % de los estudiantes que trabajaban tenían 22 años o menos; además, agrega que la condición laboral incide en la trayectoria académica; los estudiantes que trabajan tienen menor aprovechamiento escolar.

### Escolaridad y ocupación de los padres de los estudiantes

El promedio de escolaridad de los padres de los estudiantes fue de 4.6 años, el cual se considera bajo, en comparación con la media nacional (9.1) y estatal (7.8), reportadas en 2015. El 25 % de los padres fueron analfabetas, 24 % terminó la primaria y otro porcentaje similar desertó. Los que estudiaron la secundaria escasamente superaron el 10 % y el porcentaje de los que estudiaron licenciatura y posgrado es incipiente. Se presentó una tendencia mayor de los padres que terminaron la secundaria hasta la licenciatura, en comparación con las madres. Al respecto, Otto (1996) encontró correlaciones positivas y significativas entre la educación formal de los padres y las aptitudes de los hijos. Respecto a la ocupación, 75.6 % de los padres atienden actividades del campo y 89 % de las madres se dedican a actividades del hogar, datos similares a los encontrados por Martínez (1993). Sólo el 12.2 % de los hombres se emplea como profesional; otras actividades de empleo fueron el comercio y la industria con porcentajes muy bajos. El ingreso familiar proviene de remesas de Estados Unidos de América, becas para estudiantes del Programa Oportunidades (70.7 % de los estudiantes) y 23.2 % de los padres recibe PROCAMPO. Los responsables del hogar fueron ambos padres (51.2 %), solo el padre (41.5 %), solo la madre (8.5 %) y en menor medida los hijos mayores.

### Actitud de los padres respecto al estudio de los hijos e hijas

Más del 50 % de los estudiantes mencionaron que sus padres los apoyan para que realicen sus estudios, otros que el apoyo es regular y un bajo porcentaje que el apoyo es poco (Cuadro 1). Palomar y Márquez (1999) mencionan que la educación en el seno familiar y la escuela transmiten ideas, normas, valores y patrones de conducta

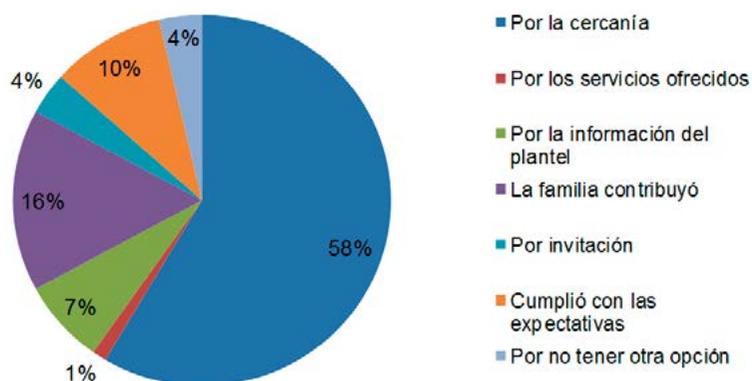
**Cuadro 1.** Percepción de los estudiantes sobre la actitud de su familia en su educación.

Variables	Poco (%)	Regular (%)	Mucho (%)
Mis padres se interesan para que alcance un buen desempeño en el bachillerato	6.1	26.8	56.1
Mi familia me apoya para que culmine con éxito mis estudios	11.0	20.7	59.8
Mi familia tiene expectativas respecto a mi futuro profesional	12.2	32.9	43.9
Mi familia confía en que obtendré buenos resultados académicos durante mi carrera	12.2	26.8	53.7
Mis padres siempre están al tanto sobre cómo voy en la escuela	19.5	43.9	26.8
Mi familia siempre me motiva a seguir adelante para lograr ser alguien en la vida	7.3	26.8	56.1

que los jóvenes materializan como estudiantes.

### Motivos de los estudiantes para ingresar al bachillerato

Los estudiantes seleccionaron el bachillerato local principalmente por su cercanía y por decisión de su familia (Figura 1). Sólo el 10 % de los estudiantes mencionó que el bachillerato cumplió con sus expectativas; sin embargo, la falta de recursos económicos impide que busquen otras alternativas educativas en otros lugares. En la región donde se ubican los municipios tienen una carencia de servicios básicos para la población y hay pocas opciones donde estudiar. En el municipio de Tlapa de Comonfort

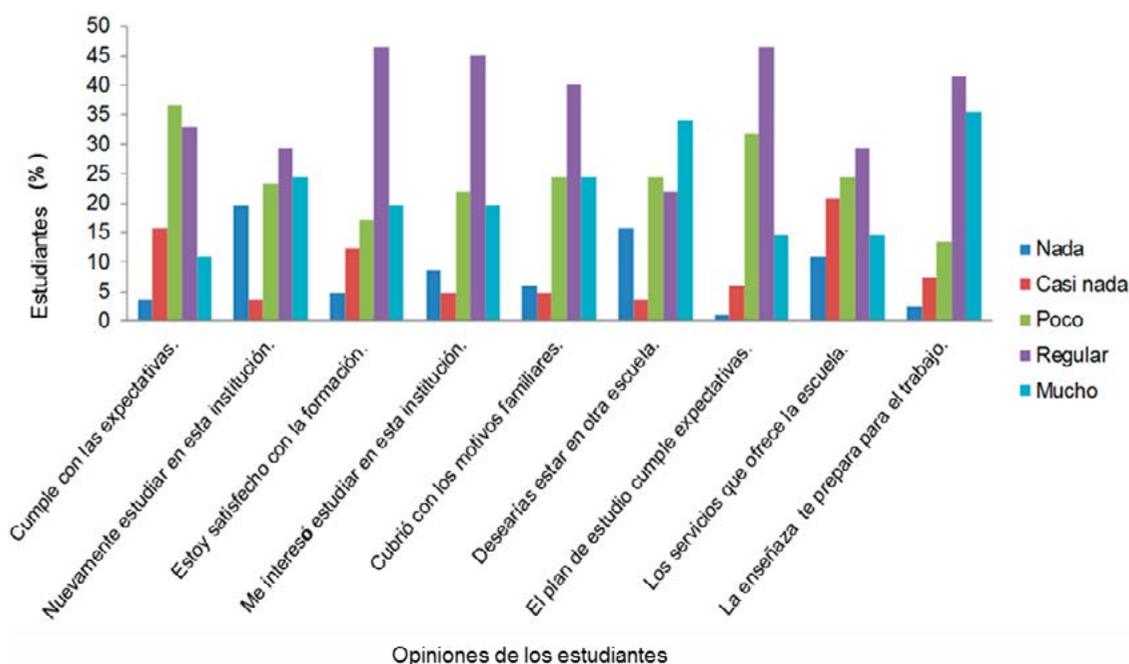


**Figura 1.** Motivos de los estudiantes para ingresar al bachillerato.

se tienen otras opciones educativas, pero se ubica a más de dos horas de viaje en vehículo.

### Expectativas y rendimiento académico del plantel educativo

La Figura 2 muestra las expectativas de los estudiantes respecto al bachillerato; lo calificaron de poco a regular en el cumplimiento de sus expectativas, principalmente en su formación, el interés de estudiar en el plantel, el plan de



**Figura 2.** Expectativas de los estudiantes de su bachillerato.

estudios y la enseñanza en relación con la preparación para el trabajo.

El rendimiento académico lo calificaron entre regular y muy bueno (Figura 3); en el mejor de los casos, el 40 % manifestó estar satisfecho en las escalas mencionadas. Los factores que han afectado su permanencia en el bachillerato son el abandono de la escuela por falta de recursos económicos (73.2 %), problemas de salud, falta de motivación y porque llegan a contraer matrimonio. Sánchez y Pirela (2006) mencionan que el rendimiento académico es cuantitativo al obtener una calificación y cualitativo por los cambios de conducta durante el proceso de formación para enfrentarse a los cambios y generar soluciones.

### Aspiraciones y expectativa ocupacionales

El 80.5 % de los estudiantes mencionó tener interés en continuar sus estudios una vez concluido su bachillerato. El 91.4 % y 72.3 % de los varones y mujeres, respectivamente, quieren estudiar la licenciatura. Los que no desean continuar estudiando (19.5 %), quieren trabajar para apoyar a la familia. Sin embargo, hay una diversidad de ocupaciones en donde los estudiantes les gustaría trabajar (Figura 4). Resaltan la educación, como profesores de educación básica e investigadores; el comercio, establecer tiendas de abarrotes, de ropa y restaurantes; quieren ser mecánicos, trabajar como secretarías, establecer granjas de pollos, ser veterinarios,

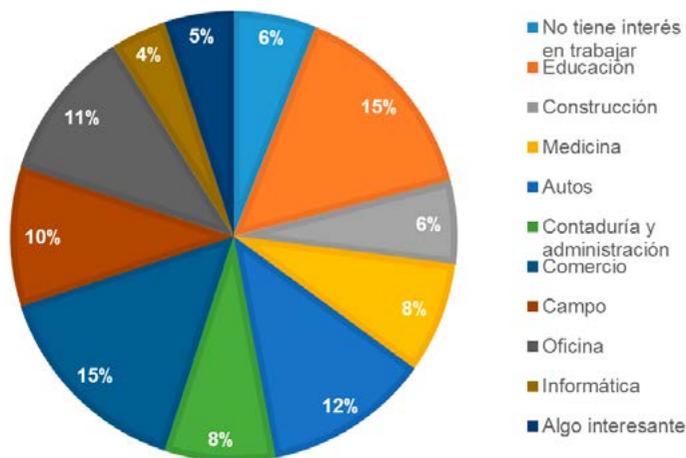


Figura 4. Expectativas ocupacionales de los estudiantes.

especialista en medio ambiente y agricultura. Las actividades mencionadas, son fuentes de empleo que existen en la región de estudio y que realizan los habitantes en apoyo a la economía de la familia. Llama la atención que solo el 8 % quiere trabajar en medicina, a pesar de que el bachillerato los prepara con formación terminal en salud pública, y el 6 % no tuvo interés por alguna ocupación. En las preferencias ocupacionales por género, los hombres se interesan más por tener un trabajo como mecánicos de autos (28.6 %), campo (17.1 %), construcción (14.3 %) y educación (11.4 %). Las mujeres en comercio (25.5 %), educación (17.0 %), oficina (15.0 %) y medicina (12.8 %). Estas actividades asociadas culturalmente a su respectivo género.

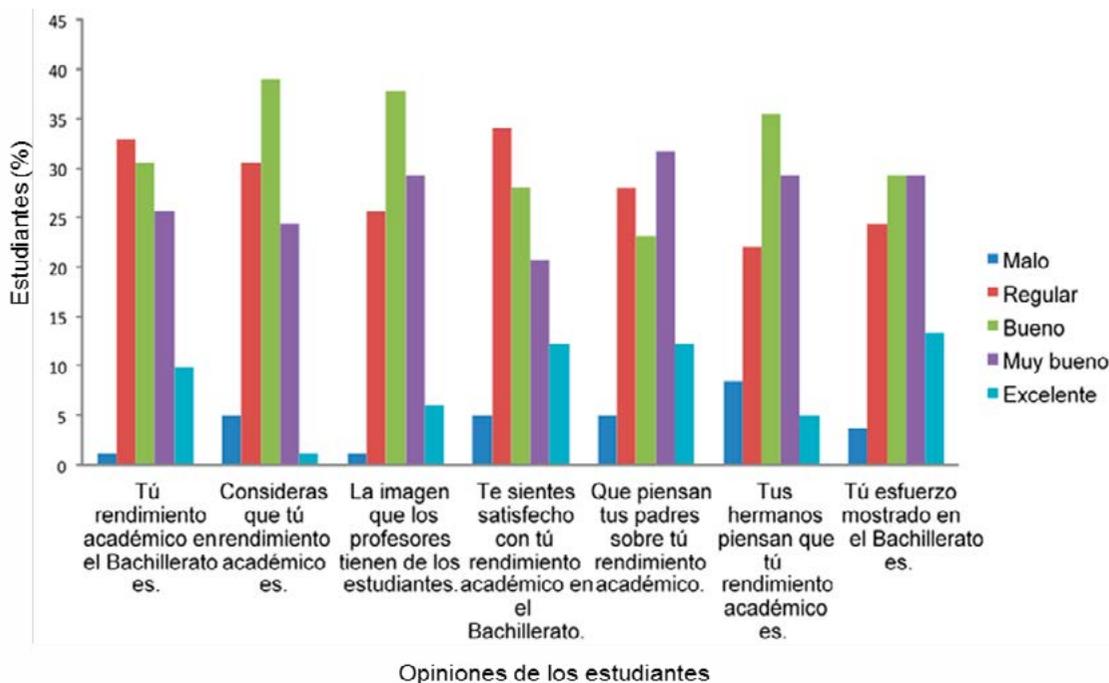


Figura 3. Percepción de los estudiantes sobre su rendimiento escolar.

### Expectativas de los estudiantes al trabajar

Los estudiantes esperan encontrar un buen, muy bueno y excelente trabajo (Figura 5). Valorizan el haber estudiado para tener un mejor trabajo (46.3 %), disfrutar de su trabajo (43.9 %), tener un buen desempeño laboral (42.7 %) y disposición por aprender nuevas cosas (41.5 %). Por género, un tercio de los hombres prefieren un excelente salario (31.4 %), mientras que el 40 % de las mujeres esperan que sea bueno. Las mujeres, en el desarrollo de su trabajo, prefieren sentirse contentas consigo mismas (46.8 %), tener mayor seguridad (38.3 %), disfrutar de su trabajo (48.9 %) y tener un mejor rendimiento (48.9 %), en comparación con los hombres. Ambos sexos, están dispuestos a aprender nuevas cosas (40 %), sentir que valió la pena haber estudiado para tener un excelente trabajo (43 %) y que su trabajo se relacione con lo que estudiaron (40 %).

### CONCLUSIONES

A pesar de que el grado de escolaridad de los padres de los estudiantes es bajo tienen una actitud positiva

para apoyarlos en su educación. Los estudiantes eligieron estudiar el bachillerato por estar cerca de sus hogares y por escasos recursos económicos para estudiar en otros lugares. Más del 50 % de ellos estudian y trabajan para apoyar la economía familiar, afectando su aprovechamiento académico. Las oportunidades de trabajo que mencionaron los estudiantes tienen que ver con las actividades que se realizan en la región de estudio. Tienen disposición a aprender y la esperanza de encontrar un trabajo de bueno a excelente relacionado con lo que estudiaron, con un buen salario.

### LITERATURA CITADA

Arias F., Flores M.A. 2005. La satisfacción de los estudiantes con su carrera y su relación con el promedio y el sexo. El caso de la carrera de contaduría de la Universidad Veracruzana en Nogales, Veracruz. *Hitos de Ciencias Económico Administrativas*. pp. 9-14.

Carrillo S., Ríos J.G. 2009. La oferta de trabajo en los estudiantes de licenciatura en México. *Revista de la Educación Superior XXXVIII(151)*: 39-55.

CEPAL. 2007. Educación y mercado del trabajo en América Latina. Seminario Internacional Pertenencia de la Educación: la Educación para la Competitividad. Bogotá, Colombia. pp. 1-38. [http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-170872\\_archivo13\\_.pdf](http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-170872_archivo13_.pdf) (Consultado el 25 de abril de 2012).

Colmenares M., Delgado F. 2008. Aproximación teórica al estado de relación entre rendimiento y motivación de logro en educación superior. *Revista de Ciencias Sociales XIV(3)*: 604-613.

De Garay A., Vázquez L. 2004. Algunas de las características de la población estudiantil que ingresó a la Universidad Autónoma Metropolitana en el año 2003. *El Cotidiano 20(126)*.

Edel R. 2003. El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. REICE. *Revista Electrónica Iberoamericana Sobre Calidad, Eficiencia y Cambio en Educación 1(2)*. <http://www.ice.deusto.es/rinace/reice/vol1n2/Edel.pdf> (Consultada el 25 de octubre de 2017).

García G., Bartolucci J. 2007. Aspiraciones educativas y logro académico: un estudio de caso sobre características y condiciones sociales de los estudiantes de la UAM. *Revista Mexicana de Investigación Educativa 12(35)*: 1267-1288.

García B. 2001. Educación, capital humano y crecimiento. *Ciencia Ergo Sum 8(1)*: 6-18.

INEGI. 2010. Resultados definitivos del Censo de Población y Vivienda 2010.

INEGI 2016. Estadísticas a propósito del día internacional de los pueblos indígenas. [www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/indigenas2016\\_0.pdf](http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/indigenas2016_0.pdf) (Consultado el 22 de septiembre de 2017).

Lacki P. 2005. El fracaso de una educación, rural y urbana, que ofrece el circo antes del pan. <http://www.polancki.com.br> (Consultado el 15 de mayo de 2014).

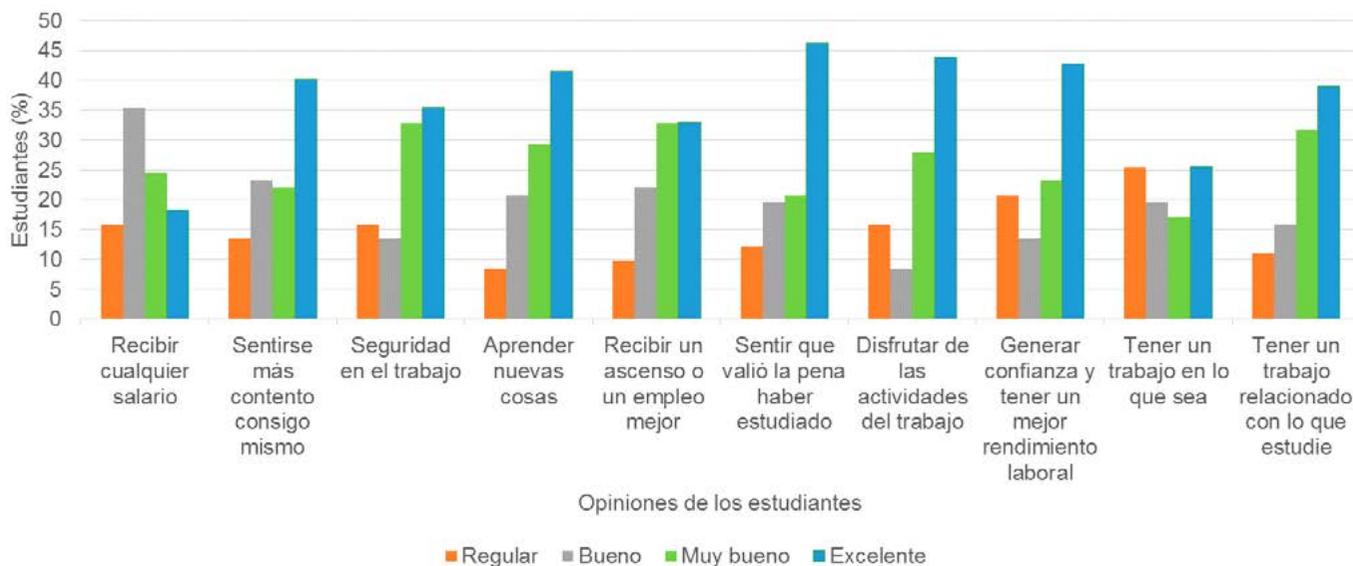


Figura 5. Expectativas de los estudiantes sobre el trabajo.

- Leyva M.A., Rodríguez L. 2006. El lugar que ocupa el trabajo en los jóvenes mexicanos. *Liminar, Estudios Sociales y Humanísticos* IV(002): 71-92.
- Martínez T. 1993. Familia y elección de carrera. *Perfiles Educativos* 60: 1-16.
- Murillo J.L. 2006. Una propuesta para la mediación del desarrollo cognitivo y afectivo – motivacional en la relación paterno y materno-filial. Tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Instituto Central de Ciencias Pedagógicas. República de Cuba. 205 p.
- Otto E.G. 1996. Educación formal de los padres y aptitudes de sus hijos. *Revista Latinoamericana de Psicología* 28(2): 305-316.
- Palomar J., Márquez A. 1999. Relación entre la escolaridad y la percepción del funcionamiento familiar. *Revista Mexicana de Investigación Educativa* 4(8): 243-299.
- Peñaloza E., Castañeda S. 2008. Generación de conocimiento en la educación en línea: un modelo para el fomento de aprendizaje activo y auto regulado. *Revista Mexicana de Investigación Educativa* 13(36): 249-281.
- Polanco A. 2005. La motivación en los estudiantes universitarios. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación* 5(2): 1-13.
- Quaglia R. 1989. Student Aspirations: A critical dimension in effective schools. *Research in Rural Education* 6(2): 7-9.
- Ramírez B., Herrera B.E., Macías A.M., Zagal B., Cruz M. 2006. Características socioeconómicas, rendimiento escolar y expectativas de estudios superiores de los estudiantes. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* XXXVI(3-4): 261-281.
- Sánchez De G.M., Pirela De F.L. 2006. Motivaciones sociales y rendimiento en estudiantes de educación. *Revista de Ciencias Sociales* XII(1): 1-20.
- Solís P. 2010. La desigualdad de oportunidades y las brechas de escolaridad. Los grandes problemas de México, Vol. 7. In: Arnaut A., Giorguli S. (eds.), *Los grandes problemas de México: Educación*. México, D. F. El Colegio de México. pp. 599-622.
- Vázquez A.Á., Manassero M.A. 2009. Expectativas sobre un trabajo futuro y vocaciones científicas en estudiantes de educación secundaria. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 11(1): 1-20.
- Vázquez L. 2009. ¿Estudias y trabajas? Los estudiantes trabajadores de la Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* XXXIX(3-4): 121-149.
- Vélez I. 2007. Éxito escolar en el nivel medio superior: una mirada desde los jóvenes. *Tiempo de Educar* 8(16): 245-273.
- Whar B. 2005. Amor son buenas obras y no buenas razones. Revisión de Nuevas Tendencias Pedagógicas en la Universidad de Colombiana. *Forma y Función* 18: 286-292.



# INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA SUSTENTABLE

## PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

### Objetivo

Formar talento humano con conocimiento de vanguardia en los procesos de producción, transformación y comercialización, que cuenten con habilidades y actitudes pertinentes, que les permitan contribuir al desarrollo e innovación tecnológica, socioeconómica y ambiental de los sistemas agroalimentarios, bajo una perspectiva sustentable.

### Perfil de ingreso

El aspirante a la Maestría en Ciencias en Innovación Agroalimentaria Sustentable debe tener estudios concluidos de licenciatura o ingeniería en las áreas de agronomía, biología, veterinaria, agroindustria, alimentos, química, maquinaria, estadística, economía, psicología, sociología, administración y carreras afines.



### Lineas del Conocimiento (LGAC)

Las líneas de investigación del programa de Maestría en Ciencias en Innovación Agroalimentaria Sustentable se dividen en tres ejes principales:

**1** Eficiencia y sustentabilidad en la producción primaria en sistemas agroalimentarios

**2** Innovación y desarrollo de procesos agroalimentarios para el bienestar social

**3** Comercialización y competitividad agroalimentaria con responsabilidad social y ambiental



**CONACYT**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología  
Programa Nacional de  
Posgrados de Calidad (PNPC)

### Becas

Contamos con becas del Programa Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC) del CONACYT

### Informes

Subdirección de Educación del  
Campus Córdoba  
☎ 01(271) 716 60 00 / 57 / 55 Ext. 114  
✉ admision\_cordoba@colpos.mx

Los requisitos de ingreso y formatos de admisión pueden ser obtenidos en la página web oficial  
[www.colpos.mx/posgrado/ias/index.php](http://www.colpos.mx/posgrado/ias/index.php)  
[www.colpos.mx](http://www.colpos.mx)

**f** Colegio de Postgraduados Campus Córdoba  
**f** Maestría en Ciencias en Innovación Agroalimentaria Sustentable  
✉ [mcinnovaciones@colpos.mx](mailto:mcinnovaciones@colpos.mx)  
📍 Colegio de Postgraduados / Campus Córdoba  
km 348 / Carr. Federal Córdoba-Veracruz  
Amatlán de Los Reyes, Ver. / CP 94946