



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



Influencia del aporte exógeno de progesterona (CIDR) post- inseminación artificial en **OVEJAS PRIMALAS**

pág. 114

Año 11 • Volumen 11 • Número 6 • junio, 2018

ACCIONES DE CONSERVACIÓN DEL ÁGUILA REAL (<i>Aquila chrysaetos</i>) Y PERRITO DE LAS PRADERAS (<i>Cynomys</i> sp.)	3
EL BÚHO MANCHADO MEXICANO (<i>Strix occidentalis lucida</i>)	9
DIETA, POBLACION Y CAPACIDAD DE CARGA DEL VENADO COLA BLANCA (<i>Odocoileus virginianus</i>) EN DOS CONDICIONES DE HÁBITAT EN Tlachichila, Zacatecas, México	15
AVIFAUNA DE ÁREAS AGROPECUARIAS Y DE REGENERACIÓN EN TIZIMÍN, YUCATÁN, MÉXICO	24
EL MONITOREO COMUNITARIO DE AVES EN LA REGIÓN DE LAS ALTAS MONTAÑAS DE VERACRUZ, MÉXICO: HACIA UN AVITURISMO COMUNITARIO	31
HERPETOFAUNA DE TRES LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE AMATLÁN DE LOS REYES, VERACRUZ, MÉXICO	38

y más artículos de interés...

Guía para autores

Estructura

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

La estructura de la contribución será la siguiente:

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

Formato

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

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

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

Figuras. Corresponden a dibujos, fotografías, gráficas, diagramas. Las fotografías serán a colores y con una resolución de 300 dpi en formato JPEG, TIFF o RAW y 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 libros y Revistas:

- Bozzola J. J., Russell L. D. 1992. Electron Microscopy: Principles and Techniques for Biologists. Ed. Jones and Bartlett. Boston. 542 p.
- Calvo P., Avilés P. 2013. A new potential nano-oncological therapy based on polyamino acid nanocapsules. Journal of Controlled Release 169: 10-16.
- Gardea-Torresdey J. L., Peralta-Videa J. R., Rosa G., Parsons J. G. 2005. Phytoremediation of heavy metals and study of the metal coordination by X-ray absorption spectroscopy. Coordination Chemistry Reviews 249: 1797-1810.

Los autores ceden los derechos patrimoniales y aceptan que los artículos sean publicados en formato físico y electrónico, incluido internet.

El costo por publicación aceptada es \$4000.00 MX.

Año 11, Volumen 11, número 6, junio 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, Subdirección de Organización y Cómputo del Colegio de Postgraduados, Dr. Martiniano Castro Popoca, Carretera México- Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, CP 56230. Tel. 58045980 ext. 1035. Fecha de última modificación, 30 de junio de 2018.

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

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Colegio de Postgraduados.



Contenido

3	ACCIONES DE CONSERVACIÓN DEL ÁGUILA REAL (<i>Aquila chrysaetos</i>) Y PERRITO DE LAS PRADERAS (<i>Cynomys</i> sp.)
9	EL BÚHO MANCHADO MEXICANO (<i>Strix occidentalis lucida</i>)
15	DIETA, POBLACION Y CAPACIDAD DE CARGA DEL VENADO COLA BLANCA (<i>Odocoileus virginianus</i>) EN DOS CONDICIONES DE HÁBITAT EN TLACHICHILA, ZACATECAS, MÉXICO
24	AVIFAUNA DE ÁREAS AGROPECUARIAS Y DE REGENERACIÓN EN TIZIMÍN, YUCATÁN, MÉXICO
31	EL MONITOREO COMUNITARIO DE AVES EN LA REGIÓN DE LAS ALTAS MONTAÑAS DE VERACRUZ, MÉXICO: HACIA UN AVITURISMO COMUNITARIO
38	HERPETOFAUNA DE TRES LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE AMATLÁN DE LOS REYES, VERACRUZ, MÉXICO
45	PERCEPCIÓN, CONOCIMIENTO POPULAR Y APROVECHAMIENTO HACIA EL COCODRILO DE PANTANO (<i>Crocodylus moreletii</i> Duméril & Bibron) POR POBLADORES DEL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE, MÉXICO
51	ANÁLISIS DEL CONFLICTO ENTRE LA FAUNA SILVESTRE Y PRODUCTORES RURALES EN DOS COMUNIDADES DE BALANCÁN, TABASCO, MÉXICO
60	CONSUMO CULTURAL Y PERCEPCIÓN SOCIAL HACIA LAS TORTUGAS DULCEACUÍCOLAS EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE, MÉXICO
66	EL CARÁCTER SIMBÓLICO COMO FACTOR DE CONSERVACIÓN DEL COYOTE (<i>Canis latrans</i> Say) Y TLACUACHE (<i>Didelphis virginiana</i> Kerr) EN LA MIXTECA POBLANA, MÉXICO
72	SISTEMA DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE FAUNA SILVESTRE EN LA REGIÓN DE ALTA MARGINACIÓN DEL ALTIPLANO POTOSINO
76	PRIMER REPORTE DE LA CAPTURA DE <i>Setophaga coronata</i> (Linnaeus, 1766) (Passeriformes: Parulidae) POR UNA TELARAÑA
79	EVALUACIÓN DE GANANCIA DE PESO EN DOS LÍNEAS DE POLLOS (<i>Gallus gallus domesticus</i> L.) BAJO UN MANEJO EN CASSETAS CON AMBIENTE NATURAL
85	SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS Y SU APLICACIÓN EN LA NUTRICIÓN ANIMAL
91	FITOQUÍMICOS ANTIOXIDANTES ALIMENTARIOS COMO ESTRATEGIA DE PROMOCIÓN DE LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DE LA CARNE DE CONEJO (<i>Oryctolagus cuniculus</i> L.)
97	PARASITOS GASTROINTESTINALES DE GANADO BOVINO Y CAPRINO EN QUECHULTENANGO, GUERRERO, MÉXICO
105	EVALUACIÓN DE LA PROGENIE DE GALLOS CRIOLLOS (<i>Gallus gallus domesticus</i> L.) CON CRESTA DE ROSA
110	EL SISTEMA DE LIBRE PECOREO EN GALLINAS <i>Gallus gallus</i> , UNA ALTERNATIVA PARA EL BIENESTAR ANIMAL
114	INFLUENCIA DEL APORTE EXÓGENO DE PROGESTERONA (CIDR) POST-INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN OVEJAS PRIMALAS
120	PRODUCCIÓN DE GAS, DEGRADABILIDAD Y FERMENTACIÓN RUMINAL <i>in vitro</i> DE DIETAS PARA BOVINOS DE CARNE CON LA INCLUSIÓN DE HOJAS DE ENCINO (<i>Quercus</i> sp.)
128	OPTIMIZACIÓN DEL MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE ÁCIDO HIALURÓNICO DEL HUMOR VÍTREO DE <i>Oreochromis niloticus</i>
135	SILCIAAM: SISTEMA DE INFORMACIÓN DE COMPOSICIÓN DE INGREDIENTES PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL EN MÉXICO
143	FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO DE <i>Saccharum</i> spp. COMO SUPLEMENTO PARA RUMIANTES

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



Corrección de estilo: Hannah Infante Lagarda
Maquetación: Mario Alejandro Rojas Sánchez
Suscripciones, ventas, publicidad, contribuciones de autores:
Guerrero 9, esquina Avenida Hidalgo, C.P. 56220, San Luis
Huexotla, Texcoco, Estado de México.
Teléfono: 01 (595) 928 4703
jocadena@colpos.mx; jocadena@gmail.com
Impresión 3000 ejemplares.

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

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



Dr. Jorge Cadena Iñiguez

Directorio

Said Infante Gil
Editor General del Colegio de Postgraduados

Rafael Rodríguez Montessoro[†]
Director Fundador

Jorge Cadena Iñiguez
Director de Agroproductividad

Fernando Carlos Gómez Merino
Director Adjunto de Agroproductividad

Comité Técnico-Científico

Colegio de Postgraduados—Montecillo
Ma. de Lourdes de la Isla
Dr. Ing. Agr. Catedrática Aereopolución

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Editorial

Volumen 11 • Número 6 • junio, 2018.

México es uno de los cinco países con mayor diversidad y endemismos de aves, mamíferos, anfibios y reptiles. Históricamente, la sociedad mexicana se ha ligado a la fauna silvestre por intereses utilitarios, culturales, ecológicos y de servicios; sin embargo, actualmente, las estrategias para albergar, conservar, mantener, aprovechar y coexistir con tal diversidad, ante un crecimiento demográfico constante, son cada vez más difíciles de implementar. Por ello, es oportuno reflexionar sobre el papel que como sociedad hemos desempeñado con respecto al uso de los recursos naturales y en específico sobre el manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de las especies de fauna silvestre, y estar conscientes que es nuestra responsabilidad dirigir esfuerzos e iniciativas para mantener este legado natural para las generaciones futuras de mexicanos. En este sentido el Colegio de Postgraduados, consciente de esta responsabilidad, desde 1993 forma talentos humanos a nivel de maestría y doctorado con profesores graduados en las mejores universidades del mundo, quienes conforman un grupo élite de especialistas en el manejo y conservación de fauna silvestre; y los especialistas en fauna silvestre graduados en el Colegio de Postgraduados, se desempeñan en la actualidad, como Profesores, investigadores, en cargos públicos, o forman parte de empresas relacionadas con el ambiente y la vida silvestre.

Editorialista Invitado

Dr. Luis Antonio Tarango Arámbula

Profesor Investigador

Colegio de Postgraduados

Dr. Jorge Cadena Iñiguez

Director de  **AGRO**
PRODUCTIVIDAD

ACCIONES DE CONSERVACIÓN DEL ÁGUILA REAL (*Aquila chrysaetos*) Y PERRITO DE LAS PRADERAS (*Cynomys* sp.)

CONSERVATION ACTIONS OF GOLDEN EAGLE (*Aquila chrysaetos*) AND PRAIRIE DOGS (*Cynomys* sp)

Pineda-Pérez, F.E.¹, Tarango-Arámbula, L.A.^{1*}, Lozano-Cavazos, E.A.², Rafael-Valdez, J.¹, Cruz-Labana, J.D.³

¹Posgrado de Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide No. 73, Centro, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. CP. 78260. ²Departamento de Recursos Naturales Renovables, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila. CP. 25315. ³Programa de Recursos Genéticos y Productividad, Ganadería, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Carretera México- Texcoco, km. 36.5 Montecillo, Texcoco, México, CP. 56230.

*Autor de correspondencia: ltarango@colpos.mx

RESUMEN

En el presente estudio se describen dos recursos genéticos de la fauna silvestre de México, el cual posee aproximadamente el 11 % de la diversidad de aves a nivel mundial. Sin embargo, esta diversidad se deteriora continuamente por actividades antrópicas. Actualmente, una especie bandera en categoría de amenazada y considerada como prioritaria para la conservación, es el águila real (*Aquila chrysaetos*), para la cual la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y otras organizaciones no gubernamentales, buscan incrementar su conocimiento con fines de conservación. Una especie que coexiste con *A. chrysaetos* en Coahuila, México, es el perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*), en la categoría de peligro de extinción, que brinda servicios ecosistémicos a los pastizales, además de ser un componente importante en la dieta de carnívoros y rapaces, específicamente en la dieta del águila real. El presente trabajo describe esfuerzos y estrategias de conservación de ambas especies.

Palabras clave: Especie clave, especie prioritaria, estrategias de conservación, financiamiento, especie en riesgo.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio. 2018, pp. 3-8.

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

ABSTRACT

Two genetic resources of wild fauna in México are described in this study, country which has approximately 11 % of the diversity in birds worldwide. However, this diversity is continually deteriorated by anthropic activities. Currently, a flag species in category of threatened and considered as priority for conservation is the golden eagle (*Aquila chrysaetos*), about which the National Commission of Natural Protected Areas (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP) and other non-governmental organizations seek to increase their knowledge with the purpose of conservation. A species that coexists with *A. chrysaetos* in Coahuila, México, is the prairie dog (*Cynomys mexicanus*), which is categorized as in danger of extinction and provides ecosystem services to the pastures, in addition to being an important component of the diet of carnivores and birds of prey, specifically in the diet of the golden eagle. This study describes conservation efforts and strategies for both species.

Keywords: Key species, priority species, conservation strategies, financing, endangered species.

tigación, universidades y asociaciones civiles (CONANP, 2008).

Ecología del águila real (*Aquila chrysaetos*)

El águila real, águila dorada, itzcuahtli o weerika (náhuatl), es una especie bandera utilizada como símbolo de valor y poder, y adoptada en México como escudo en la bandera nacional (CONABIO, 2011). De acuerdo a CONANP (2016) en México se tienen 317 registros de nidos y 119 parejas reproductivas; registros que superan a los obtenidos en el 2010 (117 nidos y 70 parejas reproductivas). Esta especie para anidar selecciona acantilados, los cuales varían entre tres y 30 m de altura, construyen de uno a tres nidos. La época reproductiva inicia en enero y finaliza en marzo produciendo entre uno y dos polluelos (Eccardi, 2008; CONABIO, 2011). Actualmente, para estudiar su dieta, desarrollo y etología, se utiliza la videograbación desde la tercera semana de desarrollo del pollo hasta su emergencia (Lozano-Cavazos, datos sin publicar), así como el análisis molecular para el estudio genético y la telemetría para definir sus requerimientos espaciales (FMCN, 2012; Katzner et al., 2012; Tracey et al., 2016).

Esta especie incluye en su dieta lepóridos, roedores, zorrillos, aves y reptiles, destacando los lagomorfos (Bravo et al., 2015). Sin embargo, en los pastizales medianos abiertos de las praderas del sur de Coahuila, México, se asume que sus presas potenciales son el perrito llanero (*Cynomys mexicanus*), conejos (*Silvilagus floridanus*) y liebres (*Lepus californicus*).

INTRODUCCIÓN

Las aves en la cultura mexicana, representan un estandarte, por lo que se utilizaban en ceremonias y rituales (Cupul-Magaña et al., 2017). Aunque en México representan el 11% del total de las aves del mundo (Navarro-Sigüenza et al., 2014), sus poblaciones están siendo afectadas por actividades antrópicas (Ceballos et al., 2002). Una especie ecológicamente importante es el águila real (*Aquila chrysaetos*) (Accipitridae: orden Falconiforme L.); y es una de las aves rapaces más grandes de América, aunque su distribución no se restringe a un solo continente pues ocurre en Europa y Asia (CONABIO, 2011; Moss, 2011). La subespecie de águila que se distribuye en México es *Aquila chrysaetos canadensis* (CONABIO, 2011; Moss, 2011) (Figura 1) y a pesar de no tener un dimorfismo sexual notorio, la hembra suele ser más grande que el macho (Cuadro 1). Los hábitats de esta especie, incluyen climas desérticos, subtropicales, ecosistemas esteparios y de alta montaña (CONANP, 2008; CONABIO, 2011).

Cuadro 1. Medidas morfométricas de *A. chrysaetos* por sexo.

Medidas	Hembra	Macho
Longitud (cm)	82.5±12.5	83.5±3.5
Envergadura (m)	2.30	1.97±0.15
Peso (kg)	5.2±1.4	4.25±1.75

(Peterson y Chalif 1989, Sibley 2000, CONANP 2008 y 2011).

Aquila chrysaetos canadensis está incluida en la NOM-059 en la categoría de Amenazada (SEMARNAT, 2010). Las principales amenazas son la fragmentación, deterioro y reducción de sus hábitats, así como la pérdida de presas. Otras amenazas son la electrocución en líneas de alta tensión, colisión con aeronaves, envenenamiento y cacería ilegal (Manzano, 2006; CONANP, 2008; Washburn et al., 2014). Por ello, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) desde el 2007, promueve un plan guía con estrategias y directrices para su conservación a través del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) (SEMARNAT/CONANP, 2007); además de conjuntar esfuerzos con institutos de inves-

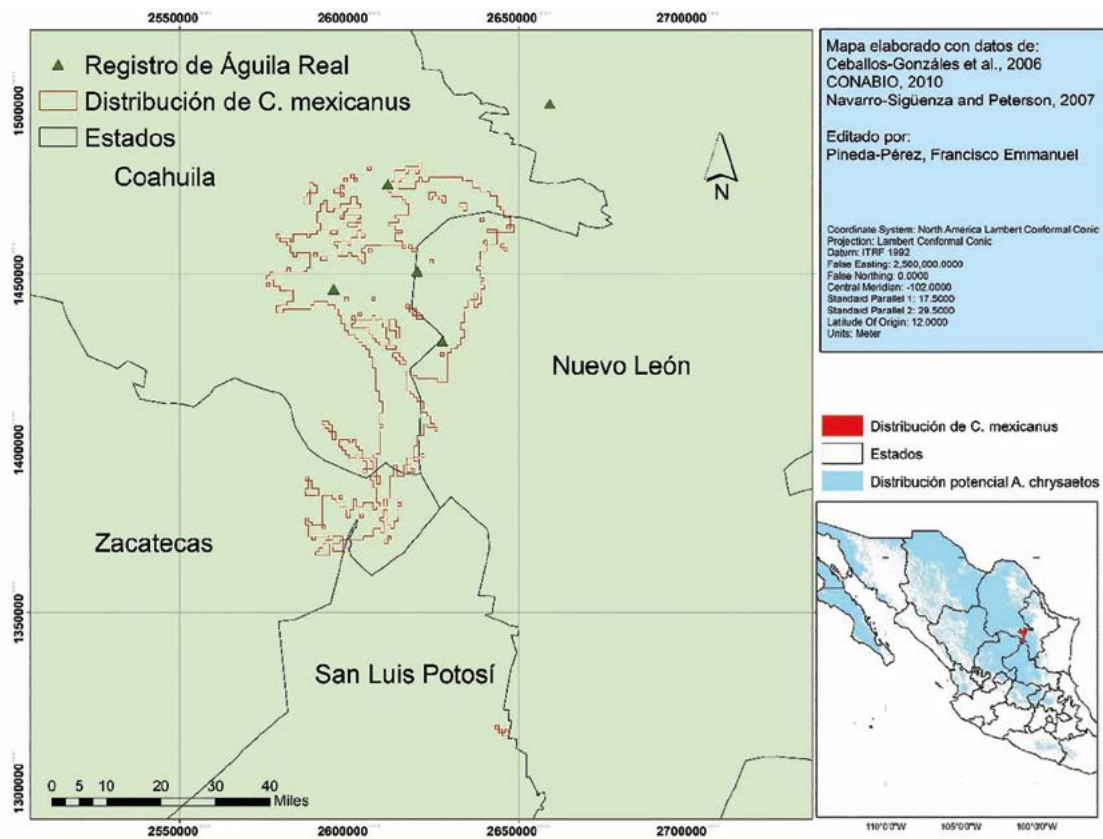


Figura 1. Distribución potencial del águila real (*A. chrysaetos*) y del perrito de las praderas (*C. mexicanus*).

Importancia ecológica del perrito de las praderas

De acuerdo a Ceballos y Pacheco (2001) el perrito de las praderas (*Cynomys* spp.) es una especie clave para las relaciones interespecíficas en el ecosistema de las praderas, y referente a la especie *C. mexicanus*, se considera una especie endémica del altiplano mexicano con distribución restringida a los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas (Figura 1), la cual continuamente es afectada por actividades antrópicas. Se estima que su rango de distribución ha sufrido una reducción en su hábitat de entre 60 y 70% (Treviño-Villareal y Grant, 1998; Scott-Morales et al., 2004). La Comisión Nacional Forestal a través del Programa de Protección Forestal (PRONAFOR) y ProArbol, promueve la conservación de los hábitats de *C. mexicanus* vía pago por servicios ambientales (Figura 2). La finalidad de este programa es educar a la población para que conduzca acciones tendientes a conservar al perrito de las praderas, el cual constituye una presa potencial del águila real (Figura 2).

Esta especie, además de participar en el mantenimiento de los ecosistemas de pastizal, de regular sus ciclos de nutrientes en el subsuelo y de dispersar semillas; coexis-

te con otras especies de mamíferos, aves y reptiles incluidos en la NOM 059 (Mellink y Madrigal, 1993, Restani et al., 2001; Royo-Márquez y Báez-González, 2001; Scott-Morales et al., 2007; SEMARNAT, 2010; Pando-Moreno et al., 2013); asimismo, es presa potencial de carnívoros bajo alguna categoría de riesgo como *Taxidea taxus*, *Vulpes macrotis* y rapaces (Hoogland, 2003) (Figura 3).

Aquila chrysaetos prefiere presas de una masa corporal de entre 0.5 y 5 kg (Schweiger et al., 2014), consume especies de menor tamaño y en ausencia de estas, puede mostrar hábitos carroñeros (Moss, 2011). Como estrategia energética, el águila real captura presas con menor riesgo y pérdida energética (Fernández y Purroy, 1990). Por ello, en los ecosistemas áridos de Coahuila, México, el *C. mexicanus* puede representar para *A. chrysaetos* la presa óptima para el mantenimiento, reproducción y sobrevivencia de polluelos, etapas de demanda energética crítica para la viabilidad de sus poblaciones (Gil-Sánchez, 2000).

Conservación del Águila Real y del Perrito de las Praderas

El PROCER tiene como objetivo "apoyar la instrumenta-



Figura 2. Programas para la protección del perrito de las praderas en Coahuila, México (fotos del primer autor).

ción de los programas de acción para la conservación de especies, contribuyendo a incrementar el conocimiento sobre las especies de flora y fauna que se encuentran en algún nivel de riesgo, y difundiendo la importancia de su conservación”. Este programa aplica recursos económicos para la conservación del águila real y del perrito de las praderas. Entre el 2013-2016 se asignaron 21.4 millones de pesos, resaltan los apoyos destinados para la conservación del Águila Real (Cuadro 2). En este esfuerzo participaron diversas organizaciones no gubernamentales y otras instancias.

Por otra parte, CONAFOR mantiene su programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) en su modalidad de Conservación de la Biodiversidad, su objetivo es

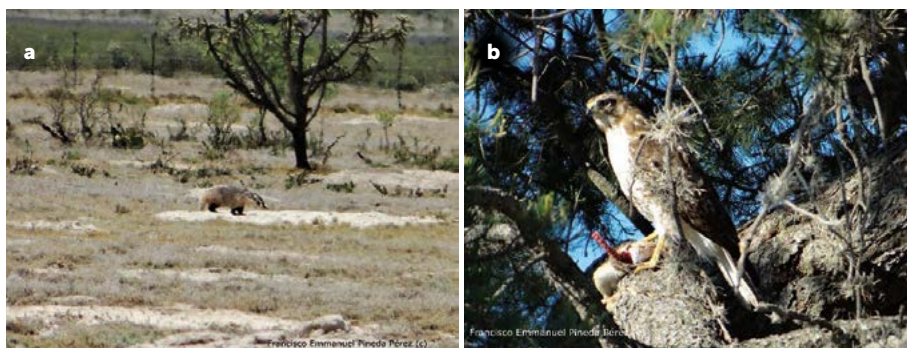


Figura 3. Talcoyote o tejón (*Taxidea taxus*) (a) buscando depredar en madriguera de perrito llanero, Gavilán (*Buteo* sp.) (b) con perrito recién capturado (fotos del primer autor).

“proveer financiamiento permanente o de largo plazo para el otorgamiento de pagos por servicios ambientales, para la conservación de ecosistemas forestales con biodiversidad de importancia global, en ejidos, comunidades y propiedades privadas ubicadas en las zonas elegibles”. Estos pagos son de \$500.00 pesos/ha/año. Información disponible en <https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/apoyos-conafor>.

En el año 2017 todos los fondos de PROCER fueron destinados a la vaquita marina (*Phocoena sinus*). Sin embargo, PROMANP (Programa de Manejo de Áreas Naturales Protegidas), destinó en 2017 \$ 1.6 millones de pesos para la protección de *A. chrysaetos* y *Cynomys* spp.

En 2012, el Fondo Mexicano para la conservación de la Naturaleza (FMCN) publicó un documento titulado Programa de Recuperación de las Poblaciones de águila real (*Aquila chrysaetos canadensis*) y su hábitat en México. Este documento incluye ejes estratégicos, tales como el monitoreo sistemático de la especie y acciones puntuales de conservación; así como un eje transversal donde buscan unificar actores involucrados, seguimiento y continuidad del trabajo, así como la conciencia ambiental.

Otros esfuerzos de conservación a través de proyectos de investigación los realizan la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, entre otras.

RECOMENDACIONES

Las estrategias de conservación de *A. chrysaetos* y *C. mexicanus* deben incluir no solamente recursos económicos, sino también, el trabajo de proyectos coordinados entre las organizaciones gubernamentales, no gubernamentales, instituciones de educación superior y habitantes del medio rural donde estas especies

se distribuyen. Los programas gubernamentales son estratégicos para la conservación de estas especies y sus hábitats, y es fundamental, mantener la conectividad entre las colonias de *C. mexicanus*. La vigilancia comunitaria continua es esencial para el mantenimiento y recuperación de estas especies y sus hábitats, así como la educación ambiental. Las líneas de investigación y acciones básicas para el diseño de estrategias de conservación de estas especies incluyen: **inventarios de nidos activos, ecología reproductiva y sobrevivencia de crías a través de la utilización de tecnologías especializadas, estudios sobre el requerimiento de espacios por estas especies, análisis moleculares, identificación de sitios fuentes y sumideros desde una perspectiva metapoblacional, así como la identificación de indicadores de éxito de ambas especies, entre otras.**

LITERATURA CONSULTADA

Bravo V. M. G., Mireles M. C., Zúñiga M. J., Carreón H. E. 2015. Composición y amplitud de la dieta del águila real en Chihuahua, México. *Acta zoológica mexicana*, 31(1), 116-119 p.

Ceballos G., Pacheco J. 2001. The prairie dogs of Chihuahua their biological importance and conservation. *Ecology. Voices of Mexico* (54): 106-109 p.

Ceballos G., Gómez de Silva H., Del Coro A. M. 2002. Áreas prioritarias para la conservación de las aves de México. *CONABIO. Biodiversitas* 41, 1-7 p.

Ceballos-González G. J., Blanco S., González C., Martínez E. 2006. *Cynomys mexicanus* (perrito de las praderas). Distribución potencial. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Proyecto: DS006, Extraído del Proyecto DS006: Modelado de la distribución de las especies de mamíferos de México para un análisis GAP. El Proyecto fue financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

CONABIO. 2010. *Aquila chrysaetos* (águila real). Distribución conocida. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Datos obtenidos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y de aVerAves <www.averaves.org>, registros comprendidos entre los años de 1895 y 2009 (registros no continuos). México.

CONABIO. 2010. *Cynomys mexicanus* (perrito de las praderas). Distribución conocida, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Datos obtenidos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), registros comprendidos entre los años de 1891 y 2001 (registros no continuos). México.

CONABIO, 2011. Fichas de especies prioritarias. Águila real (*Aquila chrysaetos canadensis*). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.

Cuadro 2. PROCER's destinados a la conservación de Águila Real y Perrito de las Praderas (*Cynomys* spp.) del año 2013 al 2016. Datos disponibles en <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/programa-de-conservacion-de-especies-en-riesgo-procer>.

Especie	Monto	PROCER's
<i>A. chrysaetos</i> y <i>C. ludovicianus</i>	\$ 3,140,000.00	3
<i>A. chrysaetos</i> y <i>C. mexicanus</i>	\$ 1,414,250.00	2
<i>Aquila chrysaetos</i>	\$ 11,196,829.00	29
<i>Cynomys ludovicianus</i>	\$ 3,579,970.00	8
<i>Cynomys mexicanus</i>	\$ 2,092,784.70	4
Total	\$ 21,423,833.70	46

CONANP. 2008. Programa de Acción para Conservación de la Especie: Águila Real (*Aquila chrysaetos*). SEMARNAT, México, D. F.

CONANP. 2016. Registra CONANP águila real en sitios de distribución histórica. Comunicado de prensa del 12 de febrero de 2016. Disponible en http://www.conanp.gob.mx/difusion/comunicado.php?id_subcontenido=983

Cupul-Magaña F. G., Mountjoy J. B., Rhodes J. A. 2017. Ulna de *Aquila chrysaetos* hallada en un entierro ceremonial del periodo Formativo Medio en Mascota, Jalisco, México. *Huitzil. Revista Mexicana de Ornitología*, Enero-Junio, 179-179.

Eccardi F. 2008. El águila real símbolo de identidad mexicana. *CONABIO. Biodiversitas* 77, 1-6 p.

Fernandez C., Purroy F. J. 1990. Tendencias geográficas en la alimentación del águila real (*Aquila chrysaetos* L.) en Navarra. *Ardeola*, 37 (2), 197-206.

FMCN. 2012. Proyecto de recuperación de las poblaciones de águila real (*Aquila chrysaetos canadensis*) y su hábitat en México, www.aguilarealmexico.org.

Gil-Sánchez J.M. 2000. Efecto de la altitud y de la disponibilidad de presas en la fecha de puesta del águila real (*Hieraaetus fasciatus*) en la provincia de Granada (Se de España). *Ardeola* 47 (1), 1-8 p.

Hoogland J. L. 2003. Black-tailed prairie dog (*Cynomys ludovicianus* and Allies). *Rodents. Wild Mammals of North America. Biology, Management, and Conservation. Second Edition. The Johns Hopkins University Press.*

Katzner T., Smith B. W., Miller T. A., Brandes D., Cooper J., Lanzone M., Brauning D., Farmer C., Harding S., Kramar D. E., Koppie C., Maisonneuve C., Martell M., Mojica E. K., Todd C., Tremblay J. A., Wheeler M., Brinker D. F., Chubbs T. E., Gubler R., Malley, K., Mehus S., Porter B., Brooks R. P., Watts B. D., Bildstein K. L. 2012. Status, Biology, and Conservation priorities for America's Eastern golden eagle (*Aquila chrysaetos*) population. *The Auk*, Vol. 129, Number 1, 168-176 p. ISSN 0004-8038.

Manzano P. 2006. Electrocutación de aves en líneas eléctricas en México. *USDA Forest Service Proceedings. Artículo Invitado*, 71-75 p.

Mellink E., Madrigal H. 1993. Ecology of Mexican Prairie Dogs, *Cynomys mexicanus*, in *El Manantial, Northeastern Mexico. Journal of Mammalogy* 74 (3), 631-635 p. <https://doi.org/10.2307/1382283>

Moss E. 2011. Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*) ecology and forestry. *Introductory Research Essay. Department of Wildlife, Fish, and Environmental Studies. Swedish University of Agricultural Sciences. Sweden.*

- Navarro-Sigüenza A.G., Peterson A. T. 2007. *Aquila chrysaetos* (águila real). Distribución potencial, escala: 1:1000000. Proyecto: CE015, Extraído del proyecto CE015: Mapas de las aves de México basados en Web. Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM y Museum of Natural History, University of Kansas. México. El proyecto fue financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.
- Navarro-Sigüenza A.G., Rebón-Gallardo M. F., Gordillo-Martínez, A., Townsend Peterson A., Berlanga-García H., Sánchez-González L. A. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, supl. Enero, 476-495 p.
- Pando-Moreno M., Reyna L., Scott L., Jurado E. 2013. Caracterización del suelo en colonias de *Cynomys mexicanus* Merriam, 1892 en el noroeste de México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 4(17), 98-105.
- Peterson R. T., Chalíf, E. L. (1989). *Aves de México: Guía de campo*. Diana. México, DF.
- Restani M., Rau L. R., Flath D. L. 2001. Nesting ecology of Burrowing Owls occupying black-tailed prairie dog towns in southeastern Montana. *Journal of Raptor Research*, 35(4), 296-303.
- Royo-Márquez M. H., Báez-González A. D. 2001. Descripción del hábitat de áreas colonizadas y sin colonizar por perrito llanero (*Cynomys ludovicianus*) en el noroeste de Chihuahua. *Técnica Pecuaria en México*, 89-104 p.
- Schweiger A., Fünfstück H. J., Beierkuhnlein C. 2015. Availability of optimal-sized prey affects global distribution patterns of the golden eagle *Aquila chrysaetos*. *J Avian Biol*, 46: 81-88. doi:10.1111/jav.00396.
- Scott-Morales L. M., Gottschalk E., Mühlenberg M. 2005. Decline in the endemic Mexican prairie dog *Cynomys mexicanus*: what do we know about extinction risk? *Oryx*, 39(4), 389-397 p.
- Scott-Morales L. M., Nocedal J., Cotera M., Canales-Delgadillo J. 2007. Worthen's sparrow (*Spizella wortheni*) in the Northern Mexican Plateau. *The Southwestern Naturalist* 53 (1), 91-95 p. [https://doi.org/10.1894/0038-4909\(2008\)53\[91:WSSWIT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1894/0038-4909(2008)53[91:WSSWIT]2.0.CO;2)
- SEMARNAT/CONANP. 2007. Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012. México, D. F.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. México, D. F.
- Sibley D. A. 2000. *The Sibley guide to birds*. Alfred A. Tracey J. A., Madden M.C., Sebes J.B., Bloom P.H., Katzner T.E., Fisher R.N. 2016. Biotelemetry data for golden eagles (*Aquila chrysaetos*) captured in coastal southern California November 2014-February 2016. U.S. Geological Survey Data Series 994, 32 p., <http://dx.doi.org/10.3133/ds99>
- Treviño-Villarreal J., Grant W. E. 1998. Geographic Range of the Endangered Mexican Prairie Dog (*Cynomys mexicanus*). *Journal of Mammalogy*, 79(4), 1273-1287 p.
- Washburn B. E., Beiger M. J., Wright S. E. 2014. Collisions between eagles and aircraft: An increasing problem in the airport environment. *Journal of Raptors Research*, 49 (2), 192-200 p. <https://doi.org/10.3356/rapt-49-02-192-200.1>.



EL BÚHO MANCHADO MEXICANO (*Strix occidentalis lucida*)

THE MEXICAN SPOTTED OWL (*Strix occidentalis lucida*)

Rafael-Valdez, J.¹, Tarango-Arámbula, L.A.^{1*}, Pineda-Pérez, F.E.¹, Ugalde-Lezama, S.².

¹Posgrado de Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, CP. 78620, México. ²Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.

*Autor de Correspondencia: ltarango@colpos.mx

RESUMEN

El búho manchado mexicano (BM) (*Strix occidentalis lucida*) es una de las tres subespecies de búho manchado que se distribuyen en Estados Unidos de América (EUA) y México; su plumaje y distribución geográfica lo distinguen de *S. occidentalis caurina* y *S. occidentalis occidentalis*. Aunque *S. occidentalis lucida* es un bio-indicador del estado de salud de los ecosistemas forestales, se encuentra en la categoría de amenazada en México y en EUA. El BM habita principalmente en bosques de coníferas y caducifolios de climas fríos y templados, es una subespecie de hábitos nocturnos, sus vocalizaciones incluyen 12 notas, se alimenta principalmente de roedores, aves e insectos. En este trabajo se hace una descripción básica del búho manchado mexicano (*Strix occidentalis lucida*).

Palabras clave: Aves, conservación, hábitat, dieta

ABSTRACT

The Mexican spotted owl (SO) (*Strix occidentalis lucida*) is one of the three subspecies of spotted owl distributed in the United States of America (USA) and México; its plumage and geographic distribution distinguish it from *S. occidentalis caurina* and *S. occidentalis occidentalis*. Although *S. occidentalis lucida* is a bioindicator of the health of forest ecosystems, it is in the category of endangered in México and USA. The SO lives mainly in conifer and deciduous forests of cold and temperate climates, it is a subspecies of nocturnal habits, its vocalizations include 12 notes, and it feeds primarily on rodents, birds and insects. This study presents a basic description of the Mexican spotted owl (*Strix occidentalis lucida*).

Keywords: Bird, conservation, habitat, diet.



INTRODUCCIÓN

La fauna silvestre se considera como un recurso natural renovable, y a través del tiempo, se le han asignado valores económicos, ecológicos y culturales (Ortega *et al.*, 2014). El búho manchado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) es una de las tres subespecies que se distribuyen en América del Norte (AOU, 1983), habita bosques de coníferas y caducifolios de climas templados y fríos. Esta subespecie se distribuye en los estados de Colorado, Utah, Arizona, Nuevo México y Texas en los Estados Unidos de América (EUA; Dawson *et al.*, 1987); y en México, en la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico Transversal (U. S. Fish and Wildlife Service, 2012).

Strix occidentalis lucida es considerada como un bio-indicador de la salud del ecosistema forestal y su biodiversidad (Chien y Larson, 2009; Sklodowski y Gryz, 2012). Los bosques son su hábitat natural brindándole refugio; sin embargo, los cambios frecuentes en el uso del suelo, la explotación maderera e incendios forestales no controlados han provocado la pérdida y fragmentación de sus hábitats, ocasionando la disminución de sus poblaciones. Aunque el búho manchado mexicano presenta una distribución extensa, la investigación sobre esta subespecie, es aún insuficiente. Por ello, es necesario, unificar, compilar y sistematizar el conocimiento existente y definir un marco de referencia para el diseño de estrategias de conservación y manejo de la especie a largo plazo, así como de sus presas y hábitats.

Biología de la subespecie

La Unión Americana de Ornitología (AOU, 1983) reconoce tres subespecies de búho manchado, dentro de las cuales se encuentra *Strix occidentalis lucida* (Figura 1). Esta subespecie fue descrita por primera vez en México por Nelson (1903) en el estado de Michoacán.

El búho manchado mexicano pertenece al género *Strix*, especie *occidentalis* y subfamilia *lucida*, se le considera distinto a *Strix occidentalis caurina* y

a *Strix occidentalis occidentalis* por la forma de su plumaje y tamaño (Gutiérrez *et al.*, 1995), esta subespecie muestra un plumaje moteado con manchas irregulares (blancas y cafés) en el abdomen, espalda y cabeza (U. S. Fish and Wildlife Service, 2012), y es una de los pocos en América del Norte que tiene ojos negros. Es un ave de tamaño mediano, ocupando el quinto lugar entre 19 especies de búhos de América del Norte, presenta una longitud de 41 a 48 cm, una envergadura promedio de 107 a 114 cm y un peso de 547 a 647 g (Johnsgard, 1988). Al igual que muchas rapaces, esta subespecie presenta dimorfismo sexual, siendo la hembra más grande que el macho (Gutiérrez *et al.*, 1995). Este búho anida en cuevas naturales, en nidos construidos por otras aves, en las copas (plataformas de escombros) y cavidades de árboles; sin embargo, es necesario resaltar que esta subespecie no construye nidos, por lo que utiliza estructuras naturales y prefabricadas por otras especies (Gutiérrez *et al.*, 1995). La hembra oviposita de uno a tres huevos, aunque comúnmente oviposita dos y rara vez se han observado nidos con cuatro huevos (Gutiérrez *et al.*, 2003), los cuales son incubados a finales de marzo o a principios de abril con un periodo de aproximadamente 30 días.

Los juveniles, subadultos y adultos se pueden distinguir por las características de su plumaje (Figura 2). Los juveniles (recién nacidos a cinco meses aproximadamente) son de color blanco; los subadultos (de cinco a 26 meses) tienen una tonalidad muy parecida a la de los adultos, pero las plumas de su cola son de color blanco y terminan en punta; mientras que los adultos (mayores de 27 meses) tienen las plumas moteadas y la cola presenta

forma en "u". La esperanza de vida promedio en vida libre para esta subespecie es de 15 años (Moen *et al.*, 1991).

Distribución

Strix occidentalis lucida se distribuye en los Estados Unidos de América en Colorado y Utah, Arizona, Nuevo México y Texas (Dawson *et al.*, 1987; Gutiérrez *et al.*, 1995). En México se le encuentra en la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico Transversal abarcando los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Colima, Du-



Figura 1. Pareja de adultos de *Strix occidentalis lucida* en el municipio de Súchil, Durango (Fotografía del primer autor).



Figura 2. Polluelo (izquierda) y pareja de adultos (derecha) de *Strix occidentalis lucida* en Sierra Fría, Aguascalientes y SÚchil, Durango, México (Fotografía de Mariana Jovita Silva Piña y del primer autor, respectivamente).

rango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas (Figura 3) (U. S. Fish and Wildlife Service, 2012) ocupando montañas boscosas y cañones. La mayoría de los registros para *S. occidentalis lucida* han sido en la Sierra Madre Occidental (Rinkevich *et al.*, 1995).

Estado de conservación

A pesar de la amplia distribución de *S. o. lucida*, los hábitats en los que se distribuye están sometidos a diversos grados de disturbios y perturbación. En éstos, las malas prácticas en la producción agropecuaria, aunada a la explotación maderera e incendios forestales no controlados, han sido las causas que más han ocasionado la pérdida y fragmentación del hábitat de

esta subespecie (U. S. Fish y Wildlife Service, 2012); lo que ha limitado su capacidad reproductiva y dispersión, colocándola en Estados Unidos de América y en México, como subespecie amenazada (USDI, Federal Register, 1993; SEMARNAT, 2010). En 1993 los Estados Unidos de América y México crearon el “Plan de Recuperación para el Búho Manchado Mexicano” como una iniciativa conjunta; sin embargo, en México las acciones propuestas se han visto limitadas por los sistemas de producción (cambio de uso de suelo para la producción de cultivos o ganadería), el tipo de tenencia de la tierra y falta de información (U. S. Fish and Wildlife Service, 2012).

Vocalizaciones

Strix occidentalis lucida al ser una subespecie de hábitos nocturnos es más habitual escucharla que observarla (Ganey *et al.*, 2013). Cuenta con 12 tipos de vocalizaciones, dentro de los cuales destacan el reclamo territorial, llamado de alerta, llamado a nido, entre otros (Forsman

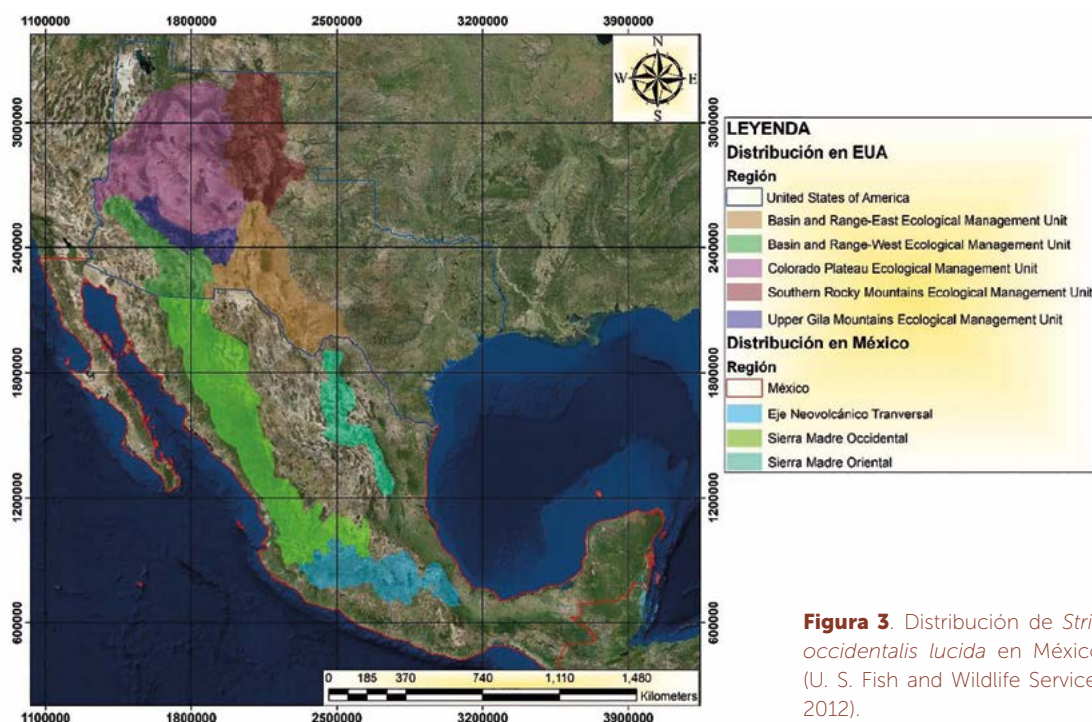


Figura 3. Distribución de *Strix occidentalis lucida* en México (U. S. Fish and Wildlife Service, 2012).

et al., 1983). El canto es una forma de distinguir a los machos de las hembras, los machos vocalizan más grave; las vocalizaciones se escuchan comúnmente entre marzo y noviembre, pero aumentan en marzo durante la temporada reproductiva y disminuyen de junio a noviembre, al final de la misma (Forsman et al., 1984; Ganey, 1990); esta subespecie vocaliza más durante las noches con cielo despejado, sin viento y sin precipitación (Ganey, 1990).

Hábitat

Strix occidentalis lucida se distribuye en áreas forestales relativamente extensas y con una diversidad de hábitats (Willey y Van Riper 2007). En México, selecciona hábitats diversos como bosques mixtos de coníferas, bosques de pino-encino, bosques de galerías y cañones rocosos, los cuales le brindan protección contra depredadores y clima adverso (Tarango et al., 1997; Young et al., 1998; Tarango et al., 2001; Márquez et al., 2002; Palma et al., 2014), presenta una marcada preferencia por vegetación de pino-encino (Ganey et al., 1999; Palma et al., 2014), mientras que para anidar y descansar, utiliza bosques densos o ambientes rocosos (Tarango et al., 2001; Palma et al., 2014; Ganey et al., 2003). *Strix occidentalis lucida* es muy territorial (al menos durante la temporada reproductiva) y registra una fidelidad alta a su territorio (Gutiérrez et al., 1995), en el cual permanece año tras año, no se le considera una especie migratoria; sin embargo, durante septiembre y octubre los juveniles se desplazan de 1, a 92 km (Ganey et al., 1998) en busca de territorios disponibles (Gutiérrez et al., 1995; U.S Fish y Wildlife Service, 2012). Hamer et al., (2007) determinaron que el espacio óptimo requerido por esta subespecie varía con la estación, utilizando en el verano y en el invierno $1,505 \pm 288$ ha, y $2,920 \pm 868$ ha, respectivamente. De acuerdo a su metabolismo, *S. occidentalis lucida* presenta baja capacidad para disipar el calor que genera, por lo que, durante los periodos de altas temperaturas, selecciona microhábitats fríos (bosques cerrados o cañones sombreados) (Barrows, 1981; Ganey et al., 1993) (Figura 4), y algunos búhos migran altitudinalmente durante el invierno a zonas

donde la estructura y composición del hábitat difiere a las que comúnmente utilizan durante la temporada reproductiva (Ganey y Block, 2005).

Diversos estudios sobre esta subespecie han resaltado la importancia de la cobertura forestal para crear ambientes más óptimos en la dispersión de calor por parte del BM (Barrows, 1981; Ganey et al., 1993); sin embargo, son pocos los estudios que han determinado la importancia del componente agua para el BM y específicamente para dispersar temperatura corporal. Weathers et al. (2001) evaluaron la ecología térmica del BM y sus fuentes de energía, analizaron la cantidad de líquidos que esta subespecie requiere por día, identificando una demanda de aproximadamente 68.4 mL día^{-1} , los cuales principalmente los obtiene de la ingesta de presas y del consumo directo de fuentes de agua; por ello, es importante que en sus sitios de distribución existan fuentes naturales, o artificiales de agua a través del año. Autores como, Tarango et al. (1997) en Chihuahua, Tarango et al. (2001) en Aguascalientes, y Palma et al. (2014) en Zacatecas indican que el BM prefiere laderas con exposición norte, noroeste y noreste, las cuales le proveen microambientes más fríos. *S. occidentalis lucida* es más selectivo referente a los hábitats de descanso y anidamiento, que los que utiliza para forrajear. El BM utiliza para alimentarse bosques con dosel cerrado, con árboles que ofrecen un área basal alta y un volumen significativo (Ganey et al., 2003), y durante toda su vida utiliza sitios que mejor satisfagan sus necesidades de anidación, descanso y forrajeo, y que mantengan una conectividad apropiada entre éstos (U. S. Fish y Wildlife Service, 2012).

Esta subespecie utiliza para alimentarse una diversidad de sitios, tales como los bosques manejados y no manejados, bosques de piñón-enebro (*Pinus cembroides-Juniperus* spp.), bosques mixtos de coníferas (*Abies lasiocarpa*, *Pinus ponderosa*, *Acer* spp., *Abies concolor*, *Psuedotsuga menziesii*, *Pinus flexilis* o *Picea pungens*) y bosques de pino ponderosa (*Pinus ponderosa* var. *Scopulorum* y *arizonica*), así como, acantilados, terrazas y zonas ribereñas (Ganey et al., 2003; Willey y Van Riper,



Figura 4. Sitio de descanso (cueva) de *Strix occidentalis lucida* en Sierra Fria, Aguascalientes (Fotografía del primer autor).

2007). Los búhos, cuando son polluelos, dependen en gran medida de sus padres, no así los juveniles o sub adultos que se dispersan durante septiembre y octubre (Ganey *et al.*, 1998).

Para determinar la dieta de *Strix occidentalis lucida* se analizan los componentes de sus egagrópilas (regurgitaciones; Figura 5). En México, la dieta registró el consumo principalmente de vertebrados (75%), ratones de campo (44%), ratas cambalacheras (17.7%) e insectos del orden Coleóptera; también consume algunas especies de aves, murciélagos y reptiles (Young *et al.*, 1997; Márquez, 2002; Bravo *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

De las especies de aves que habitan en los ecosistemas forestales de México, el búho manchado mexicano (*S. occidentalis lucida*) es una de las más vulnerables; y si bien, ya se conoce sobre sus requerimientos básicos de hábitat, es necesario incursionar más sobre el efecto del cambio climático, de los cambios en el uso del suelo, fragmentación del hábitat sobre los ciclos biológicos del BM, y de la disponibilidad de sus presas a largo plazo. Por ello, para contribuir con el manejo y conservación de esta especie, particularmente en México, es pertinente continuar con estudios que analicen sus requerimientos de espacio y disponibilidad de alimento ante diferentes escenarios de manejo forestal y condiciones de hábitat. Asimismo, se requieren esfuerzos y apoyos de parte de los gobiernos federal, estatal y municipal, y sobre todo de los habitantes rurales con los que *S. occidentalis lucida* coexiste.

LITERATURA CITADA

AOU. 1983. Check-list of North American birds. 6ta edición. American Ornithologists Union. Washington, D.C. 691p.

Barrows C.W. 1981. Roost selection by spotted owls: an adaptation to heat stress. *Condor*.83:302-309.

Bravo V.M.G., Tarango A.L.A., Clemente S.F., Mendoza M.G.D. 2005. Mexican spotted owls (*Strix occidentalis lucida*) diet composition and variation at Valparaiso, Zacatecas, Mexico. *Agrociencia*, 39(5), 509-515.

Chien Yu-Lan, Larson D.M. 2009. Valuing old growth forests and northern spotted owls: a supply-side option price approach. *Handbook on Environmental Quality, Environmental Research Advances*, 265-284.

Dawson W.R., Ligon J.D., Murphy J.R., Myers J.P., Simberloff D., Verner J. 1987. Report of the scientific advisory panel on the spotted owl. *Condor* 89, 205-229.

Forsman E.D. 1983. Methods and materials for locating and studying spotted owls. USDA Forest Service, General Technical Report,



Figura 5. Egagrópila (regurgitación) de *Strix occidentalis lucida* conteniendo restos de sus presas, Sierra Fría, Aguascalientes (Fotografía del primer autor).

PNW-162, Pacific Northwest Research Station, Portland, Oregon, USA.

Forsman E.D., Meslow E.C., Wight H.M. 1984. Distribution and biology of the spotted owl in Oregon. *Wildlife Monographs* 87:1-64.

Ganey J.L. 1990. Calling behavior of spotted owls in northern Arizona. *Condor* 92:485-490.

Ganey J.L., Apprill D.L., Rawlinson T.A., Kyle S.C., Jonnes R.S., Ward J.P. 2013. Nesting habitat of Mexican spotted owls in the Sacramento Mountains, New Mexico. *Journal of Wildlife Management*, 77(7), 1426-1435. <http://doi.org/10.1002/jwmg.599>.

Ganey J.L., Balda R.P., King R.M. 1993. Metabolic rate and evaporative water loss of Mexican spotted and great horned owls. *Wilson Bulletin* 105:645-656.

Ganey J. L., Block W.M. 2005. Dietary overlap between sympatric Mexican spotted and great horned owls in Arizona. USDA Forest Service, General Technical Report, RMRSRP-57-WWW, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, Colorado, USA.

Ganey J.L., Block W.M., Ackers S.H. 2003. Structural characteristics of forest stands within home ranges of Mexican spotted owls in Arizona and New Mexico. *Western Journal of Applied Forestry* 18:189-198.

Ganey J.L., Block W.M., Dwyer J.K., Strohmeier B.E., Jenness J.S. 1998. Dispersal movements and survival rates of juvenile Mexican Spotted Owls in northern Arizona. *Wilson Bulletin* 110:206-217.

Ganey J.L., Block W.M., Jenness J.S., Wilson R.A. 1999. Mexican spotted owl home range and habitat use in pine-oak forest: implications for forest management. *Forest Science* 45:127-135.

Gutiérrez R.J., Franklin A.B., La Haye W.S. 1995. Spotted owl (*Strix occidentalis*). *The birds of North America*, number 179. The Academy of Natural Sciences Philadelphia and the American Ornithologists Union, Washington, DC, USA.

Gutiérrez R.J., May C.A., Petersburg M.L., Seamans M.E. 2003. Temporal and spatial variation in the demographic rates of two Mexican spotted owl populations. Final report. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Flagstaff, Arizona, USA.

Johnsgard P.A. 1988. North American owls: biology and natural history. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, USA.

Hamer H.T., Forsman D.E., Glenn M.E. 2007. Home Range attributes and habitat selection of barred owls and spotted owls in an



- area of sympatry. *The Condor* 109(4):750-768. [https://doi.org/10.1650/0010-5422\(2007\)109\[750:HRAAHS\] 2.0.CO;2](https://doi.org/10.1650/0010-5422(2007)109[750:HRAAHS] 2.0.CO;2)
- Márquez O.M. 2002. Determinación de la dieta del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en Sierra Fría, Aguascalientes. *Anales del instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 73(2), 205:211.
- Márquez O.M., Tarango A.L.A. y Mendoza M.G.D. 2002. Habitat characteristics of Mexican spotted owl (*Strix occidentalis lucida*) (X) Nelson, 1903) Sierra Fría, Aguascalientes. *Agrociencia* 36 (5), 541:546.
- Moen C.A., Franklin A.B., Gutiérrez R.J. 1991. Age determination of subadult northern spotted owls in northwest California. *Wildlife Society Bulletin* 19:489-493.
- Nelson E.W. 1903. Descriptions of new birds from southern México. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 16, 151-160.
- NOM-059 SEMARNAT (Norma Oficial Mexicana-059 Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio Lista de especies en riesgo. Poder ejecutivo Federal. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 30 diciembre de 2010.
- Ortega S.J.A., Villareal G.J.G., Mandujano S., Gallina S., Weber M., Clemente S.F., Valdez R. 2014. Retos y estrategias de conservación y aprovechamiento de la fauna silvestre en México. Capítulo Núm. 22 de libro "Ecología y manejo de fauna silvestre en México" editado por Valdez R. y Ortega s. J. A.
- Palma C.D.Y., Tarango A.L.A., Ugalde L.S., Alcántara C.J.L., Ángeles P.G., Ramírez V. G., Martínez M.J.L. 2014. Hábitat del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en Tlachichila Zacatecas, México. *Agroproductividad*. 7 (4), 3-9.
- Rinkevich S.E., Ganey J.L., Ward Jr J.P., White G.C., Urban D.L., Franklin A.B., Block W. M., Clemente F. 1995. General biology and ecological relationships of the Mexican spotted owl. USDI Fish and Wildlife Service. Recovery Plan for the Mexican spotted owl (*Strix occidentalis lucida*). Pp. 19-75. Albuquerque, N. M.
- Sklodowski J., Gryz J. 2012. Insects in the diet of the tawny owl (*Strix aluco*) in forest areas of central and north-eastern Poland. *Sylvan* 156 (1): 36-46.
- Tarango L.A., Valdez R., Clemente F., Mendoza G. 2001. Roost-site characteristics of Mexican spotted owls in Sierra Fría, Aguascalientes, Mexico. *Journal of Raptor Research*, 35(2), 165-168.
- Tarango L.A., Valdez R., Zwank P.J., Cárdenas M. 1997. Mexican spotted owl habitat characteristics in southwestern Chihuahua, Mexico. *Southwestern Naturalist*, 42(2), 132-136.
- U.S. FISH and Wildlife Service. 2012. Final Recovery Plan of the Mexican spotted owl (*Strix occidentalis lucida*), First Revision. U. S. Fish and Wildlife Service. Albuquerque, New Mexico. USA. 413 pp.
- USDI FISH and Wildlife Service. 1993. Final rule to list the Mexican spotted owl as a threatened species. *Federal Register*. 58(49): 14248-14271.
- Weathers W.W., Hodum P.J., Blakesley J.A. 2001. Thermal Ecology and Ecological Energetics of California Spotted Owls. *The Condor*, 103 (4), 678-690. doi: 10.1650/0010-5422(2001)103[0678:TEA EEO]2.0.CO;2
- Wiley D.W., Van Riper C. 2007. Home range characteristics of Mexican spotted owls in the canyonlands of Utah. *Journal of Raptor Research* 41:10-15.
- Young K.E., Valdez R., Zwank P.J., Gould W.R. 1998. Density and roost site characteristics of Spotted Owls in the Sierra Madre Occidental, Chihuahua, Mexico. *Condor*, 100(4), 732-736. <http://doi.org/10.2307/1369756>.
- Young K.E., Zwank P.J., Valdez R., Dye J.L., Tarango L.A. 1997. Diet of Mexican Spotted Owls in Chihuahua and Aguascalientes, Mexico. *Journal of Raptor Research*, 31(4), 376-380.



DIETA, POBLACION Y CAPACIDAD DE CARGA DEL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus*) EN DOS CONDICIONES DE HÁBITAT EN TLACHICHILA, ZACATECAS, MÉXICO

DIET, POPULATION AND CARRYING CAPACITY OF THE WHITE TAILED DEER (*Odocoileus virginianus*) UNDER TWO HABITAT CONDITIONS IN TLACHICHILA, ZACATECAS, MÉXICO

Navarro-Cardona, J.A.¹; Olmos-Oropeza, G.¹; Palacio-Núñez, J.¹; Clemente-Sánchez, F.^{1*}; Vital-García, C.²

¹Programa de posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide 73, Colonia San Agustín, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, 78620. ²Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciencias Veterinarias, Anillo Envoltente Pronaf SN M101, Cd. Juárez, Chihuahua, 32310.

*Autor de correspondencia: clemente@colpos.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la capacidad de carga para venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en dos condiciones de hábitat y conocer la situación actual que guarda con la población de venado, se desarrolló un estudio dentro de un área conservada y otra perturbada por la agricultura en la UMA Sombrerillo, de la Sierra de El Laurel, en Tlachihila, Zacatecas, México. Se determinó el inventario florístico del área de estudio, la disponibilidad de materia seca (MS) especies de árboles, arbustos, herbáceas, pastos y cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y avena (*Avena sativa* L.). Se determinó la composición botánica de la dieta (CBD) del venado, la capacidad de carga en ambos hábitats, y la densidad de población de venado. Se registró una mayor ($p=0.0075$) disponibilidad de MS de biomasa en la época de lluvias ($1213.2 \text{ Kg ha}^{-1}$), y en el área fragmentada y conservada fue similar ($p>0.05$). Los pastos presentaron mayor ($p=0.0075$) cantidad de biomasa disponible que los árboles, arbustos y herbáceas. La CBD del venado consistió de 25 especies de 17 familias. Las de mayor frecuencia en la dieta fueron Asteraceae (7) y Fabaceae (3). La capacidad de carga en el área conservada durante el estiaje fue de 34.67 ha v^{-1} y de 38.40 ha v^{-1} para el área fragmentada. Para el caso de la época de lluvias en el área conservada, la capacidad de carga fue de 9.50 ha v^{-1} y de 7.47 ha v^{-1} en la fragmentada. Las densidades de población fueron similares ($p>0.05$) en el área conservada (0.0423 v ha^{-1}) y en la fragmentada (0.0392 v ha^{-1}), lo que dio una estimación de la población de 22 venados en el área conservada, y 14 en el área fragmentada. La densidad de venado no fue afectada por la fragmentación del hábitat ya que la capacidad de carga del hábitat tanto conservado como fragmentado durante la época de lluvias fue mayor a la población estimada.

Palabras clave: hábitat, perturbado, conservado, CBD, población.



ABSTRACT

With the objective of evaluating the carrying capacity for the white tailed deer (*Odocoileus virginianus*) under two habitat conditions, and of understanding the current situation of the deer population, a study was developed inside a conserved area and another disturbed by agriculture in the Sombreretillo UMA, in Sierra de El Laurel, Tlachihila, Zacatecas, México. The floristic inventory of the study area was determined, as well as the availability of dry matter (DM), species of trees, shrubs, herbs and grasses, and maize (*Zea mays* L.) and oats (*Avena sativa* L.) crops. The botanical composition of the diet (BCD) of the deer, the carrying load in both habitats, and the population density of the deer were determined. A higher availability of DM was found ($p=0.0075$) in the rainy season ($1213.2 \text{ Kg ha}^{-1}$), and in the fragmented and conserved area it was similar ($p>0.05$). The grasses presented higher ($p=0.0075$) amount of biomass available than the trees, shrubs and herbs. The BCD of the deer consisted of 25 species from 17 families. Those most frequent in the diet were Asteraceae (7) and Fabaceae (3). The carrying capacity in the conserved area during the dry season was 34.67 ha v^{-1} and it was 38.40 ha v^{-1} for the fragmented area. For the case of the rainy season in the conserved area, the carrying capacity was 9.50 ha v^{-1} and in the fragmented area 7.47 ha v^{-1} . The population densities were similar ($p>0.05$) in the conserved area (0.0423 v ha^{-1}) and in the fragmented area (0.0392 v ha^{-1}), which gave a population estimation of 22 deer in the conserved area, and 14 in the fragmented area. The deer density was not affected by habitat fragmentation since the carrying capacity of the habitat, both conserved and fragmented, during the rainy season was higher than the population estimated.

Keywords: habitat, disturbed, conserved, BCD, population.

mente pueden ser consumidas por el venado. La presencia de cultivos en la fragmentación de hábitats ha demostrado ser de ayuda en la nutrición del venado, lo que puede resultar en alternativa para mejorar el hábitat e incrementar su capacidad de carga. En el presente trabajo se estudió la dieta del venado cola blanca y la disponibilidad de forraje, en un hábitat perturbado por la agricultura y otro conservado en la serranía de Tlachihila, Zacatecas, México, con el propósito de estimar la capacidad de carga para el venado y su relación con la población de venado actual en el área de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Unidad de Manejo Para la Conservación y Aprovechamiento de Vida Silvestre "Sombreretillo", la cual se localiza en la localidad de Tlachichila, de Nochistlán de Mejía, Zacatecas, México, en una superficie de 992.5 ha (Figura 1).

Forraje disponible

En junio y septiembre de 2016 en un hábitat fragmentado (362.90 ha) por actividades agrícolas se estimó la disponibilidad de forraje para el venado cola blanca abarcando la temporada de secas y la de lluvias, respectivamente. Simultáneamente la disponibilidad de forraje se determinó en un hábitat conservado (543.41 ha). En cada hábitat se seleccionaron cinco sitios al azar donde se trazaron cinco parcelas de $20 \times 20 \text{ m}$, y dentro de éstas, se ubicaron dos sub-parcelas de $5 \times 5 \text{ m}$ para estimar la biomasa disponible de árboles y arbustos; mientras que la biomasa aportada por pastos y herbáceas se estimó dentro de tres sub-parcelas de 1 m^2 en cada sitio, cortando las plantas al ras del suelo. Las cinco

INTRODUCCIÓN

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es una especie muy aprovechada en México debido a su valor cinegético y consumo de carne. Tiene amplia distribución dentro del país con excepción de la Península de Baja California. Habita una gran variedad de ecosistemas que van desde bosques templados a selvas tropicales. En México existen 14 subespecies, de las cuales, *O. v. couesi* es la de mayor distribución. La disponibilidad cantidad y calidad del alimento es fundamental para su reproducción, con gran impacto en la supervivencia. La dieta ha sido estudiada en diferentes ecosistemas mostrando que en bosques templados consume el 55% de arbustos, 30% de árboles, 13% de hierbas y 2.0% de pastos. En ecosistemas sub-húmedos la tendencia sigue el mismo patrón de alimentación, siendo el venado mayormente consumidor de árboles, hierbas y arbustos, y en menor porcentaje los pastos. La fragmentación del hábitat para la agricultura y ganadería es uno de los problemas que más afecta a las poblaciones de fauna silvestre, y de manera particular el sobre-pastoreo por el ganado, provocando impactos negativos. Sin embargo, se ha demostrado que el pastoreo moderado de bovinos incrementa la diversidad y el valor nutritivo de las plantas que potencial-

parcelas dentro del área conservada correspondieron a un tipo de vegetación FBL (Q). En el área fragmentada, una de las cinco parcelas, se localizó en el tipo de vegetación Pi FBL (Q), mientras que tres parcelas estuvieron en Pi-Ehm y la otra en Mi-Pi. La biomasa aportada por arbustos y árboles se estimó con el método de Adelaide propuesto por Reyes (1989). Para lo cual se tomó una rama a la cual se le nominó como "unidad de mano", la cual se procuró fuera representativa en forma y densidad foliar para toda la planta. Con la unidad de mano se estimó el número de unidades de cada ejemplar de cada especie muestreada. Las muestras de biomasa de pastos, herbáceas y las unidades de mano de los árboles y arbustos se colocaron en bolsas de papel, se secaron en una estufa a temperatura de 55 °C hasta peso constante y se pesaron para obtener el peso seco de cada muestra.

Estimación de la composición botánica de la dieta (CBD)

Las especies vegetales para referencia histológica se recolectaron de septiembre a noviembre, se colocaron en prensa botánica y fueron secadas en estufa a 55 °C para ser identificadas en el herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Un total de 99 especies vegetales fueron recolectadas, y que correspondieron a 46 familias taxonómicas (Cuadro 1) y se incluyeron el maíz (*Zea mays*) y la avena (*Avena sativa*), las cuales se encontraron dentro del hábitat fragmentado. Para la elaboración de las laminillas de referencia se utilizó la técnica micro-histológica como la reportan Baumgartner y Martín (1939) y siguiendo el manual de micro-histología descrito por Peña y Habib (1980). El montaje de laminillas se hizo con solución Hoyer, que se preparó licuando 120 g de goma arábiga, 100 mL de agua destilada y 40 mL de glicerina.

La CBD se determinó a partir de la recolecta de grupos fecales de diciembre de 2016 y febrero de 2017, tanto dentro del hábitat fragmentado como dentro del conservado. Las muestras fecales se colocaron en bolsas de papel, se secaron a 60 °C en estufa por 48 horas, se molieron y tamizaron con malla del número 120 (0.12mm). Las laminillas se prepararon a partir de una alícuota de los grupos fecales tomada en cada una de las áreas de estudio. Para su montaje se siguió el mismo procedimiento empleado en las laminillas de referencia. En la estimación de la dieta se analizaron 180 campos tomados al azar (10 campos por laminilla) distribuidos en 18 laminillas (9 laminillas del área conservada y 9 de la fragmentada).

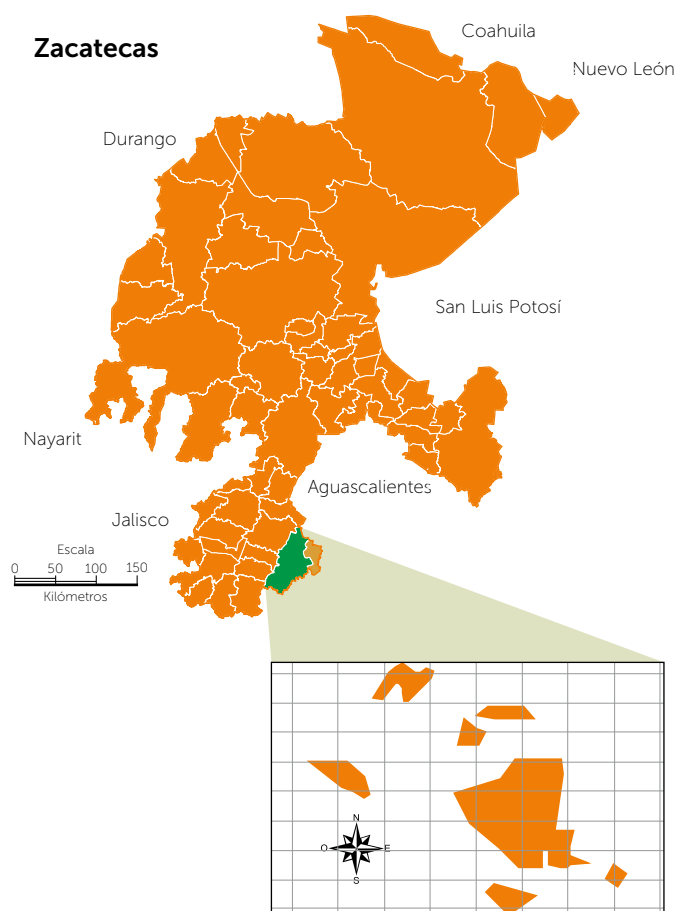


Figura 1. Localización de la Unidad de Manejo Para la Conservación y Aprovechamiento de Vida Silvestre (UMA) "Sombretillo", Tlachichila, Nochistlán de Mejía, Zacatecas, México.

La CBD del venado cola blanca se calculó basándose en el cuadro de frecuencias propuesto por Fracker y Brischle (1944). El trabajo se llevó a cabo en laboratorio del Colegio de Postgraduados-Campus San Luis Potosí, en un microscopio digital (LEICA DM 4000B), con ayuda del programa LEICA Application Suite V.3.7.0.

Determinación de la capacidad de carga

La capacidad de carga para el venado se determinó tomando en cuenta la superficie de la UMA Sombretillo, la biomasa disponible de árboles, arbustos, herbáceas y pastos, el peso promedio del venado, y el porcentaje de cada especie consumida en la dieta de acuerdo al modelo descrito por Holecheck *et al.* (1995):

$$K = \frac{(D)(0.35)(A)}{(PV)(CMS)(CP)}$$

Donde; K corresponde al valor de capacidad de carga, D es la disponibilidad de materia seca total o por estrato



Cuadro 1. Listado de las familias, especies y nombres comunes de las plantas localizadas en la UMA Sombretillo, en Tlachichila, Nochistlán de Mejía, Zacatecas.

Familia	Especie	Estrato	Familia	Especie	Estrato
Acanthaceae	<i>Dyschoriste hirsutissima</i>	Herbáceo	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Herbáceo
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Herbáceo	Fabaceae	<i>Erythrina leptorhiza</i>	Arbóreo
	<i>Amaranthus hybridus</i>	Herbáceo		<i>Phaseolus</i> sp.	Herbáceo
Apiaceae	<i>Rhodosciadium</i> sp	Herbáceo		<i>Ramirizella strobilophora</i>	Herbáceo
Apocynaceae	<i>Asclepia</i> sp.	Herbáceo		<i>Astragalus jalisciense</i>	Herbáceo
	<i>Asclepia linaria</i>	Herbáceo		<i>Trifolium amabile</i>	Herbáceo
Araliaceae	<i>Aralia humilis</i>	Arbustivo		<i>Acacia schafferi</i>	Arbóreo
Asparagaceae	<i>Milla bilfora</i>	Herbáceo		<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Arbustivo
Asteraceae	<i>Piquieria trinervia</i>	Herbáceo		<i>Crotalaria pumila</i>	Herbáceo
	<i>Tagetes lunalata</i>	Herbáceo		<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Arbustivo
	<i>Laennecia filaginoide</i>	Herbáceo	<i>Mimosa monansitra</i>	Arbustivo	
	<i>Stevia serrata</i>	Herbáceo	Fagaceae	<i>Quercus praeco</i>	Arbóreo
	<i>Ageratum corymbosum</i>	Herbáceo		<i>Quercus resinosa</i>	Arbóreo
	<i>Odontotrichum sinatum</i>	Herbáceo		<i>Quercus eduardi</i>	Arbóreo
	<i>Cosmos</i> sp.	Herbáceo		<i>Quercus chihuahuensis</i>	Arbóreo
	<i>Sinclairia palmeri</i>	Herbáceo	Gentianaceae	<i>Gentiana</i> sp.	Herbáceo
	<i>Zinnia peruviana</i>	Herbáceo		<i>Geranium mexicanum</i>	Herbáceo
	<i>Psacalium megaphyllum</i>	Herbáceo	Lamiaceae	<i>Salvia prunelloides</i>	Herbáceo
	<i>Conyza sopherifolia</i>	Herbáceo	Loganiaceae	<i>Budleia sessiliflora</i>	Arbustivo
	<i>Piqueria</i> sp.	Herbáceo	Loranthaceae	<i>Phoradendron</i> sp.	Herbáceo
	<i>Bacharis heterophylla</i>	Arbustivo	Lythraceae	<i>Cuphea jorullensis</i>	Herbáceo
	<i>Cosmos scabiosoides</i>	Herbáceo	Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	Herbáceo
	<i>Iostephane heterophylla</i>	Herbáceo	Oleaceae	<i>Forestiera phillyreoides</i>	Arbustivo
	<i>Cirsium anartioloipis</i>	Herbáceo	Ophioglossaceae	<i>Ophioglossum</i> sp.	Herbáceo
	<i>Pericalia sessiflora</i>	Herbáceo	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	Herbáceo
	<i>Bacharis</i> sp.	Arbustivo		<i>Oxalis corniculata</i>	Herbáceo
	<i>Stevia lucida</i>	Herbáceo	Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	Herbáceo
	<i>Bacharis</i> sp.	Arbustivo	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca</i> sp.	Herbáceo
	<i>Stevia viscida</i>	Herbáceo	Poaceae	<i>Avena sativa</i>	Gramínea
	<i>Gnaphalium americanum</i>	Herbáceo		<i>Zea mays</i>	Gramínea
	<i>Dahlia coccinia</i>	Herbáceo		<i>Bromus</i> sp.	Gramínea
<i>Brickellia</i> sp.	Herbáceo	Polygalaceae	<i>Monnina xalapensis</i>	Herbáceo	
<i>Pericalia sessiflora</i>	Herbáceo	Pteridaceae	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Herbáceo	
<i>Tagetes micrantha</i>	Herbáceo	Ranunculaceae	<i>Thalictrum</i> sp.	Herbáceo	
<i>Sencio</i> sp.	Herbáceo	Rosaceae	<i>Lachemilla sibbaldifolia</i>	Herbáceo	
Begoniaceae	<i>Begonia balmisiana balbis</i>		<i>Prunus capuli</i>	Arbóreo	
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia karwinskyana</i>	Herbáceo	Rubiaceae	<i>Crusea wrightii</i>	Herbáceo
	<i>Tillandsia</i> sp.	Herbáceo	Rutaceae	<i>Ptelea trifoliata</i>	Herbáceo
Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	Arbustivo	Sapindaceae	<i>Dodonea viscosa</i>	Arbustivo
Cactaceae	<i>Opuntia jalisciencis</i>	Arbustivo	Scrophulariaceae	<i>Buddleia parviflora</i>	Arbustivo
	<i>Opuntia cabena</i>	Arbustivo		<i>Penstemon barbatus</i>	Herbáceo
Campanulaceae	<i>Lobelia fenestralis</i>	Herbáceo		<i>Buddleia cordata</i>	Arbustivo
Caprifoliaceae	<i>Valeriana</i> sp.	Herbáceo	Selaginellaceae	<i>Selaginella</i> sp.	Herbáceo
Caryophyllaceae	<i>Drymaria glandulosa</i>	Herbáceo	Solanaceae	<i>Physalis pubescens</i>	Herbáceo
Cistaceae	<i>Helianthemum glomeratum</i>	Herbáceo		<i>Solanum nigrescens</i>	Herbáceo
Convolvulaceae	<i>Ipomoea capillacea</i>	Herbáceo		<i>Cestrum</i> sp.	Herbáceo
	<i>Ipomoea stans</i>	Herbáceo	Umbelliferae	<i>Eryngium heterophyllum</i>	Herbáceo
	<i>Ipomoea madrensis</i>	Herbáceo		Verbenaceae	<i>Verbena elegans</i>
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Arbustivo	<i>Verbena</i> sp.		Herbáceo
	<i>Arbutus xalapensis</i>	Arbustivo			

vegetal (kg/ha), 0.35 el porcentaje de utilización del forraje, A es el área de estudio, PV el peso vivo del venado (60 kg), CMS es el consumo de materia seca (% de PV), y CP el ciclo de pastoreo (365 días).

Estimación de la densidad de población

La densidad de población de venado cola blanca se obtuvo en cada uno de los dos hábitats estudiados utilizando el método indirecto de conteo de grupos fecales (Gallina y Ezcurra, 1981). Los grupos fecales se contaron en 20 parcelas de 10×10 m establecidas al azar en septiembre de 2016. Los conteos se llevaron a cabo en diciembre 2016, y en febrero y octubre de 2017, comprendiendo un periodo de 399 días entre el primero y último muestreo. Se analizaron un total de 104 grupos fecales durante los tres meses de muestreo; 54 en el área conservada, y 50 en el área fragmentada. La tasa de defecación del venado cola blanca se obtuvo a partir de los contenidos de fibra detergente neutro (FND) y de fibra detergente ácido (FDA) de los grupos fecales recolectados en las área conservada y fragmentada. Estas determinaciones se realizaron en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Zacatecas, siguiendo las técnicas propuestas por Van Soest *et al.* (1991), y utilizando un analizador de fibra Ankom. La tasa de defecación se obtuvo sustituyendo los valores de FDN y FDA en el modelo construido por Vega (2014) para la estación de invierno:

$$TD = 7.82939 - [0.02667(FDN)] + [0.17309(FDA)]$$

Donde; TD es la tasa de defecación, FDN es el porcentaje de la fibra detergente neutro y FDA el porcentaje de fibra detergente ácido obtenido en la muestra de los grupos fecales. La tasa estimada se aplicó en el modelo descrito por Clemente y Tarango (2007) para el cálculo de la densidad de población:

$$D_p = \frac{\frac{(\text{Total grupos fecales}) (\text{Total del área de estudio})}{(\text{Total de área muestreada}) (\text{Tasa de defecación})}}{\text{Total del área de estudio}}$$

Los valores utilizados en el modelo fueron el número total de grupos fecales en cada parcela, tanto para el área conservada como para el área fragmentada; un periodo de muestreo de 399 días; una superficie de 543.4 ha para el área conservada y 362.9 ha para la fragmentada.

Análisis estadístico

Los datos de disponibilidad de biomasa se analizaron mediante el modelo estadístico:

$$Y = \mu + E_i + A_j + ES_k + E A_{ij} + E ES_{ik} + A ES_{jk} + E A ES_{ijk} + ERROR_{m(ijk)}$$

Donde; Y representa la variable dependiente, μ la media general, E_i el efecto de época (1 g.l.), A_j el efecto de área (1 g.l.), ES_k el aporte por estrato (3 g.l.), $E A_{ij}$ es la interacción de la época por área (1 g.l.), $E ES_{ik}$ es la interacción de

la época por los estratos (3 g.l.), $A ES_{jk}$ es la interacción del área por los estratos (3 g.l.), $E A ES_{ijk}$ es la interacción de la época por área por estrato (3 g.l.) y $ERROR_{m(ijk)}$ es el error experimental (64 g.l.). Los análisis de varianza se realizaron con la ayuda de SAS (2017), utilizando el procedimiento PROC GLM y comparación de medias por Tukey (Steel & Torrie, 1985).

La diversidad de las especies vegetales en la dieta del venado cola blanca en el área conservada y fragmentada se estimó con el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') (1948).

$$H' = -\sum (P_i \times \text{Log } P_i)$$

Dónde; H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener y P_i = Frecuencia relativa de cada especie en la dieta.

El grado de similitud de la composición botánica de la dieta entre el área conservada y la fragmentada se obtuvo mediante el índice Kruger (1972) y Kulcynky:

$$IS = a + b + c + \dots + n$$

Donde IS = índice de similitud, $a + b + c + \dots + n$ = suma de los porcentajes de cada componente de la dieta, considerándose el valor más bajo en ambas dietas. Si el valor llega a 100% significa que la dieta es similar.

Los datos de densidad de población de venado cola blanca obtenidos en el área fragmentada y la conservada se analizaron mediante una prueba de T ($p \leq 0.05$), asumiendo varianzas desiguales; el análisis estadístico se realizó en el programa InfoStat V.17/11/2016.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biomasa disponible

Se registró mayor ($p=0.0075$) disponibilidad de Materia Seca (MS) de biomasa en la época de lluvias ($1213.2 \text{ Kg ha}^{-1}$) que en la época seca (645.2 Kg ha^{-1}); sin embargo, en el área fragmentada y conservada fue similar ($p>0.05$). Los pastos presentaron mayor ($p=0.0075$) cantidad de biomasa disponible para el venado que los árboles, arbustos y herbáceas (debido a su altura de ramoneo), y en el aporte de estos últimos estratos no se encontraron diferencias ($p>0.05$) (Cuadro 2).

Composición botánica de la dieta (CBD)

La CBD del venado consistió de 25 especies pertenecientes a 17 familias. Las de mayor aparición en la dieta fueron Asteraceae (7) y Fabaceae (3). En el área fragmentada el estrato herbáceo representó el mayor porcentaje (70.8%), arbustivas (12.5%), árboles (8.3%) y gramíneas (8.3%). En el área conservada, la dieta también estuvo compuesta por un mayor porcentaje de herbácea (80%), seguido de arbustos (10%) y en menor proporción, árboles (5%) y gramíneas (5%) (Cuadro 3). En el área fragmentada, las especies con mayor porcentaje de aparición fueron *Avena sativa* con 21.23%, *Euphorbia graminea* 18.49% y *Arctostaphylos pungens* 12.16%; mientras que, en el área conservada, se encontraron las mismas especies en porcentajes de *E. graminea* con 20.17%, *A. sativa* con 17.99% y *A. pungens* 14.09 % (Cuadro 3).

La diversidad de la dieta fue mayor en el área fragmentada ($H'=0.30$) que en la conservada ($H'=0.26$). La CBD en el área fragmentada y en la conservada fueron similares en un 83.3% (IS).

Cuadro 2. Biomasa de MS disponible para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) de árboles, arbustos, hierbas y pastos, en la época seca y de lluvias en un área conservada y una fragmentada en la UMA Sombreretillo, Zacatecas, México.

	Disponibilidad de MS de biomasa, kg ha^{-1}				Total
	Árboles	Arbustivas	Hierbas	Pastos	
Época Seca					
Conservada	1.2 ^b	43.1 ^b	36.7 ^b	612.0 ^a	693.0 ¹
Fragmentada	0.9 ^b	14.8 ^b	11.0 ^b	570.0 ^a	596.7 ¹
Época de Lluvias					
Conservada	2.3 ^b	19.3 ^b	251.3 ^b	546.7 ^a	819.6 ²
Fragmentada	1.7 ^b	36.5 ^b	252.7 ^b	1316.0 ^a	1606.9 ³

^{1,2,3} Medias en la columna con símbolo distinto son diferentes ($p\leq 0.05$)

^{a,b} Medias en una misma fila con distinta literal son diferentes ($p\leq 0.05$)

Cuadro 3. Especies vegetales que conformaron la dieta (%) del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un área fragmentada y otra conservada en la UMA Sombreretillo, Zacatecas, México.

Estrato vegetal	Familia	Especie	Porcentajes en CBD	
			Área fragmentada (%)	Área conservada (%)
Herbáceo	Apocynaceae	<i>Asclepias linaria</i>	7.17	3.11
Herbáceo	Asparagaceae	<i>Milla bilfora</i>	0.24	0.54
Arbustivo	Asteraceae	<i>Bacharis heterophylla</i>	0.97	0.0
Arbustivo		<i>Bacharis sp.</i>	1.73	1.94
Herbáceo		<i>Tagetes micrantha</i>	2.51	1.94
Herbáceo		<i>Conyza sophiifolia</i>	0.0	0.81
Herbáceo		<i>Gnaphalium americanum</i>	1.22	0.27
Herbáceo		<i>Stevia lucida</i>	0.24	0.0
Herbáceo		<i>Lostephane heterophylla</i>	0.73	0.0
Herbáceo		Bromeliaceae	<i>Pitcairnia karwinskyana</i>	3.04
Herbáceo	Campanulaceae	<i>Lobelia fenestralis</i>	5.61	5.96
Herbáceo	Caryophyllaceae	<i>Drymaria glandulosa</i>	0.73	1.08
Herbáceo	Convolvulaceae	<i>Ipomoea stans</i>	6.56	5.30
Arbustivo	Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i>	12.16	14.09
Herbáceo	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	18.49	20.17
Herbáceo	Fabaceae	<i>Phaseolus sp.</i>	6.85	4.98
Herbáceo		<i>Ramirizella strobilophora</i>	0.24	0.27
Arbóreo	Fagaceae	<i>Quercus resinosa</i>	0.97	6.64
Herbáceo	Lythraceae	<i>Cuphea jorullensis</i>	0.73	1.65
Gramínea	Poaceae	<i>Avena sativa</i>	21.23	17.99
Gramínea		<i>Zea mays</i>	0.97	0.0
Herbáceo	Pteridaceae	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	0.73	2.82
Herbáceo	Rubiaceae	<i>Crusea wrightii</i>	0.48	1.94
Herbáceo	Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i>	5.92	7.69
Arbóreo	Fabaceae	<i>Acacia schafferi</i>	0.48	0.00
Totales			100.00	100.00

Capacidad de carga

Considerando los porcentajes de forraje en la dieta del venado cola blanca y la biomasa disponible para el venado, la capacidad de carga en el área conservada durante la época seca fue de 34.67 ha v⁻¹ (15.96 venados en 543.41 ha), y de 38.40 ha v⁻¹ (9.45 venados en 362.9 ha) para el área fragmentada. Para el caso de la época de lluvias en el área conservada, la capacidad de carga fue de 9.50 ha v⁻¹ (57.17 venados en 543.41 ha), y de 7.47 ha v⁻¹ (48.53 venados en 362.9 ha) en la fragmentada (Cuadro 4).

Densidad de población

En el área conservada el mayor número de grupos fecales se registró en el mes de diciembre de 2016 (21) y febrero de 2017 y el más bajo en octubre de 2017 (14). En el área fragmentada el mayor número de grupos fecales se registró en diciembre de 2016 (19) y febrero de 2017 (18) y el más bajo en octubre de 2017 (13).

Tasa de defecación

Los resultados del análisis de fibras en las heces fueron 69.7% de FDN en promedio, y 57.9% de FDA. Con los porcentajes de fibras aplicados al modelo para la estación de invierno la tasa de defecación fue de 16 grupos fecales por venado por día, la cual fue aplicada en la estimación de la densidad de población, tanto para el área conservada como para la fragmentada. Las densidades de población fueron similares ($p > 0.05$) en el área conservada (0.0423 v ha⁻¹) y en la fragmentada (0.0392 v ha⁻¹), lo que dio una estimación de la población de 22 venados en el área conservada, y 14 para en el área fragmentada, población (36 venados) que hace uso de ambas áreas.

La mayor disponibilidad de biomasa en la época de lluvias (1213.2 Kg ha⁻¹) comparada con la época seca (645.2 Kg ha⁻¹) se debió a que en la época de lluvias existen mejores condiciones de humedad y temperatura que favorece el crecimiento de las plantas (Fulbright y Ortega, 2007). En bosques templados con un grado de fragmentación, el estrato vegetal representado por los pastos es abundante (INEGI, 1973), esto se constató en el área de estudio, donde los pastos aportaron la mayor

cantidad de biomasa en todos los casos, lo que fue especialmente evidente en el área fragmentada en época de lluvias, donde se obtuvo un valor (1316 kg ha⁻¹) de más del doble que en la conservada (547 kg ha⁻¹). Sin embargo, en el área conservada en la época seca se encontró un valor mayor (612 kg ha⁻¹) que en la fragmentada (570 kg ha⁻¹). En diferentes tipos de boque, la producción de forraje es diferente, siendo mayor el aportado por herbáceas en comparación con los arbustos tanto en época seca como durante lluvias (Rojas, 2004). En Sierra Fría, Aguascalientes Clemente (1984) reportó resultados similares a los de este trabajo. El venado cola blanca es una especie ramoneadora y selectiva, de manera tal que la composición botánica de su dieta es diversa (Gallina et al., 1993; Ramírez, 2004; Arceo et al., 2005; López et al., 2012; Aguilera et al., 2013; Vázquez, 2014). En la UMA de estudio, 25 especies (25.3 %) conformaron la dieta del venado cola blanca.

Si bien, el número de especies en la dieta fue mayor al reportado por Clemente (1984), el porcentaje de las especies consumidas fue mayor (61%) al encontrado en el presente estudio. En este trabajo, la dieta más diversa (24 especies) se registró en el área fragmentada, con índice de Shannon H' = 0.30,

contra 20 especies (H' = 0.26) en el área conservada; sin embargo, el índice de similitud (IS) mostró que fueron similares en un 83%. Con base en la información de Vavra (2005) en la dieta del venado influyó el consumo de avena y maíz presentes en el área fragmentada. Al respecto, los venados pueden dejar su dieta habitual para consumir especies disponibles en la agricultura, que contienen mayor valor nutricional (Dostaler, 2011; Crider, 2015). En diversos estudios se ha demostrado que los venados cola blanca prefieren las plantas de los estratos herbáceo y arbustivo (Kie et al., 1980; Vangilder et al., 1982; Quintanilla, 1989) Gallina, 1993; Clemente, 1984; Kobelkowsky, 2000; Plata, 2011; Aguilera 2012; López et al., 2012). Esto se corroboró para la UMA Sombrerete, donde las herbáceas fueron el estrato vegetal más consumido en las áreas fragmentada (70.8%) y conservada (80.0%), seguidos de los arbustos y los árboles, mientras que las gramíneas fueron poco consumidas. El venado cola blanca prefiere especies vegetales con

Cuadro 4. Capacidad de carga en un hábitat conservado y otro perturbado en época seca y de lluvias, considerando la MS de biomasa (kg ha⁻¹) de acuerdo a los porcentajes que las especies de plantas representaron en la dieta en la UMA Sombrerete, Zacatecas, México.

Capacidad de carga	Total de venados	ha v ⁻¹
Época Seca		
Hábitat Conservado (543.4 ha)	15.96	34.67
Hábitat Fragmentado (362.9 ha)	9.45	38.40
Época de Lluvias		
Hábitat Conservado (543.4 ha)	57.17	9.50
Hábitat Fragmentado (362.9 ha)	48.53	7.47



alto contenido de proteína, menor cantidad de fibra y evitan las de baja digestibilidad; algunos estudios demuestran que aunque exista buena cantidad de pastos, estos son consumidos en baja proporción (Hanley, 1982; Clemente, 1984; Henke *et al.*, 1988).

La densidad de población de venado cola blanca se ha estimado a partir de la tasa de defecación por similitud de hábitat, lo que conlleva un sesgo que generalmente produce una sobre estimación de la población de venado cola blanca (Bennett *et al.*, 1940; Neff, 1966; Mandujano y Gallina, 1995; Clemente y Tarango, 2007). La fluctuación de estas tasas a través de las estaciones del año se debe a las variaciones en los contenidos de fibra de la dieta que consume el venado (Mautz, 1971; Rogers, 1987; Portillo *et al.*, Vega, 2014). En la mayoría de los estudios de densidad de venado cola blanca que se realizan mediante el método de conteo de grupos fecales se utiliza la ecuación descrita por Eberhardt y Van Etten (1956), la cual establece una tasa de defecación de 12.7 grupos fecales por individuo por día. Sin embargo, utilizar esta tasa puede crear sesgos en los resultados de la densidad, ya que autores como Pérez (2004) y Clemente (2005) sugieren que para cada estudio se establezca una tasa de defecación obtenida en el área de estudio, ya que ésta varía por diferentes factores, tales como las condiciones del hábitat, disponibilidad de alimento, tipo de forraje y variaciones climáticas. De esta manera, Pérez (2004) registró en Puebla, México una tasa de defecación de 17 grupos fecales por individuo por día. Por su parte, Vega (2014) encontró que la tasa de defecación cambia en función de los contenidos de FDN y FDA en las

heces del venado cola blanca como un reflejo de las condiciones climáticas de la estación.

Determinar la capacidad de carga adecuada es la decisión de manejo más importante, más aún si el propósito es manejar una ganadería diversificada (Holechek, 2000), ya que al estimar la CBD de una especie de interés se conoce más a profundidad el uso puntual que hace de su hábitat (Lacca y Demment, 1996; Pelliza Sbriller *et al.*, 1997; Gonzáles y Améndola, 2010). La población en el área de estudio resultó con valores inferiores (cerca de 50%) a la capacidad de carga para la época de lluvias, esto sugiere que la población deba ser ajustada de acuerdo a la capacidad de carga obtenida en la época seca a fin de garantizar la supervivencia de la población por un largo periodo de tiempo. Destaca que los cultivos agrícolas formaron parte importante de la dieta del venado por su disponibilidad en invierno por lo que se recomienda establecer áreas con estos cultivos que permanezcan disponibles para el venado al menos durante la época seca, con esto se incrementaría la capacidad de carga en la época seca.

CONCLUSIONES

La mayor biomasa vegetal disponible para el venado cola blanca en la UMA Sombrerete se presentó en el área fragmentada en la época de lluvias; en la época seca fue mayor en la conservada. La dieta del venado cola blanca fue similar en ambas áreas, y estuvo compuesta en primer lugar por herbáceas seguida de arbustivas, y arbóreas y pastos fueron los menos consumidos. La densidad de venado no fue afectada por la fragmentación del hábitat ya que su densidad fue similar en el área conservada y fragmentada. La capacidad de carga del hábitat tanto conservado como fragmentado durante la época de lluvias fue mayor a la población estimada.

LITERATURA CITADA

- Aguilera-Reyes U., Sánchez-Cordero V., Ramírez-Pulido J., Monroy-Vilchis O., García-López G. I., Janczur M. 2013. Hábitos alimentarios del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla: Cervidae) en el Parque Natural Sierra Nanchititla, Estado de México. *Biología Tropical*, 61(1), 243-253.
- Allison C. D., Bender L. C. 2017. *Grazing and Biodiversity*. College of Agricultural, New Mexico State University. Consumer and Environmental Sciences, Las Cruces, NM. P. 12.
- Arceo G., Mandujano S., Gallina S., Pérez J.L.A. 2005. Diet diversity of white tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a tropical dry forest in Mexico. *Mammalia*, 69(2), 159-168.
- Bennett L.J., English P. F., McCain R. 1940. A study of deer populations by use of pellet group counts. *The Journal of Wildlife Management*, 4(4), 398-403.
- Clemente-Sánchez F. 1984. Utilización de la vegetación nativa en la alimentación del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Hays) en el estado de Aguascalientes. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Chapingo, Texcoco, Estado de México, México.
- Crider B.L., Fulbrigh T. E., Hewitt D. G., Deyoung C. A., Priesmeyer W. J., Echols K. N., Draeger D. 2015. Influence of white-tailed deer population density on vegetation standing crop in a semiarid environment. *The Journal of Wildlife Management*, 79(3), 413-424.
- Dostaler S., Ouellet J.-P., Therrien J.-F., Coté S.D. 2011. Are feeding preferences of white-tailed deer related to plant constituents? *The Journal of Wildlife Management*, 75(4), 913-918.
- Eberhardt L., Van Etten R. C. 1956. Evaluation of the Pellet Group Count as a Deer Census Method. *The Journal of Wildlife Management*, 20(1), 70-74.
- Ezcurra E., Gallina S. 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in northwestern Mexico. Veracruz, México: P.F. Ffolliott, S. Gallina (Eds.). *Deer biology, habitat*

- requirements, and management in Western North America. Instituto de Ecología, México. pp. 78-108.
- Fulbright T.E., Ortega S., J.A. 2007. Ecología y manejo de venado cola blanca. Texas: A&M University Press, College Station.
- Gallina S. 1993. White-tailed deer and cattle diets at La Michilia Durango, México. *Journal of Range Management*, 46, 487-492.
- Gallina-Tessaro S. 2011. Técnicas para conocer la dieta. En S. Gallina-Tessaro, & C. López-González (Eds.), *Fauna silvestre de México: uso, manejo y legislación* (p. 215). Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Granados D., Tarango L., Olmos G., Palacio J., Fernando C., Mendoza G. 2014. Dieta y disponibilidad de forraje del venado cola blanca *Odocoileus virginianus thomasi* (Artiodactyla: Cervidae) en un campo experimental de Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 699-714.
- González E. A., Améndola M.R.D. 2010. Técnica microhistológica para la determinación de la composición botánica de la dieta de herbívoros. Edo de México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Hanley T.A. 1982. The nutritonal basis for food selection by ungulates. *Journal of Range Management*, 35(2), 146-151.
- Henke S.E., Demarais S., Pfister J. A. 1988. Digestive capacity and diets of white-tailed deer and exotic ruminants. *The Journal of Wildlife Management*, 54(4), 595-598.
- Holechek J. L., Cole R. A., Fisher J. T., Valdez R. 2000. *Natural Resources*. Prentice Hall, Upper Sadddle River, NJ. p.335.
- Holechek J., Pieper R., Herbel C. 1995. *Range management principles and practices*. Englewood: Prentice Hall, Upper Sadddle River, NJ.
- Kobelkowsky S.R. 2000. Evaluación de hábitat y estructura de la población de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la región central de la Sierra Fria, Aguascalientes. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo de México.
- Kruger W. 1972. Evaluating animal forage preference. *Journal of Range Management*, 25(6), 471-475.
- Lacca E., Demment W. 1996. Foraging strategies of grazing animals. En J. Hodgson, & A. W. Illius (Eds). *The ecology and management of grazing systems* (pp 137-155). Wallingford: CAB International.
- López-Pérez E., Serrano-Aspeitia N., Aguilar-Valdés B.C., Herrera-Corredor A. 2012. Composición nutricional de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus ssp. mexicanus*) en Pitzotlán, Morelos. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(2), 219-229.
- López-Tellez E.A. 2007. Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana. Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 23(3), 1-16.
- Mandujano S., Gallina S. 1993. Densidad de venado cola blanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 56, 1-37.
- Mautz W.W. 1971. Confinement effects on dry-matter digestibility coefficients displayed by deer. *The Journal of Wildlife Management*, 35 (2), 366-368.
- Medina T.S.M., García-Moya E., Márquez-Olivas M., Romero-Manzanares A., Martínez-Menes M. 2008. Factores que Influyen en el uso de hábitat por el venado cola blanca en la Sierra del Laurel, Aguascaliente, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 24(3), 191-212.
- Milchunas D., Lauenroth W., Burk I. 1998. Livestock grazing: animal and plant biodiversity of shortgrass steppe and the relationship to ecosystem function. *Oikos*, 83(1), 65-74.
- Neff D.J. 1966. A determination of defecation rate of elk. *The Journal of Wildlife Management*, 29(2), 406-407.
- Pelliza S.A., Willems P.N. V., Manero V., Somlo R. 1997. Atlas dietario de herbívoros patagónicos. Bariloche, Argentina: INTA-GTZ EEA.
- Peña-Neira J.M., Habib de Peña R. 1980. La técnica microhistológica: un método para determinar la composición botánica de la dieta de herbívoros. *Serie Tecno-Científica*, 1(6), 5-9.
- Pérez-Mejía S., Mandujano S., Martínez-Romero L.E. 2004. Tasa de defecación del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en cautividad en Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 20(3), 167-170.
- Plata F., Mendonza G., Viccon J., Bárcena R., Clemente F. 2011. Comparación de métodos basados en los requerimientos nutricionales y disponibilidad de biomasa para estimar la capacidad de carga para venado cola blanca. *Archivos de Medicina veterinaria*, 43(1) 41-50.
- Portillo R.H. O., Hernández J., Elvitt F., Leiva F., Matínez I. 2010. Estimación de la tasa de defecación del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en cautividad en Honduras. *Revista Mesomericana*, 14(1), 55-57.
- Ramirez-Lozano R.G. 2004. Ecología y generalidades del venado cola blanca. En *Nutrición del venado cola blanca* (p. 13). Monterrey, Nuevo León: Universidad Autonoma de Nuevo León.
- Rojas-Rincón S. 2004. Capacidad de carga para venado cola blanca (*Odocoileus virginianus ssp. mexicanus* Gmelin, 1788) en la estación forestal experimental Zoquiapan, Estado de México. Tesis de maestría en ciencias. Chapingo, México: Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales.
- Rogers L.L. 1987. Seasonal changes in defecation rates of free-ranging white-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management*, 51(2), 330-333.
- Santos T., Tellería J. 2012. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2), 3-12.
- Shannon C. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423.
- Vásquez F.Y. 2014. Composición de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la región de La Cañada, Oaxaca. Tesis de maestría en ciencias. Montecillo, Texcoco, Estado de México: Colegio de Postgraduados.
- Van-Soest P., Robertson J., Lewis B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-97.
- Vega H.D.M. 2014. Tasa de defecación en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) a partir de del contenido de fibra en heces. Tesis de maestría en ciencias. Montecillo, Texcoco, Estado de México: Colegio de Postgraduados.

AVIFAUNA DE ÁREAS AGROPECUARIAS Y DE REGENERACIÓN EN TIZIMÍN, YUCATÁN, MÉXICO

BIRD LIFE IN AGRICULTURAL-LIVESTOCK AND REGENERATION AREAS IN TIZIMIN, YUCATÁN, MÉXICO

Flota-Bañuelos, C.¹, Candelaria-Martínez, B.^{2*}, Mejénes-López, SMA.², Vázquez-May, L.A.³, Castillo-Sánchez, L.³, López-Coba, E.³

¹Catedrática-CONACYT, Colegio de Postgraduados Campus Campeche. Carretera Haltunchén-Edzná Km. 17.5, Sichochoac, Champotón, Campeche. C.P. 24450. ²Instituto Tecnológico de Chiná. Calle 11 entre 22 y 28, Centro. C.P. 24050. Chiná, Campeche. ³Instituto Tecnológico de Tizimín, final aeropuerto Cupul S/N. C.P. 97700. Tizimín, Yucatán.

*Autor de correspondencia: bcm8003@gmail.com

RESUMEN

El impacto de la deforestación y fragmentación de la vegetación en las reservas ecológicas se asocia con el deterioro y pérdida de hábitat de muchas especies de fauna silvestre, y las aves son los principales indicadores de la salud de los ecosistemas. Se realizó un trabajo para conocer el efecto de la fragmentación del hábitat por actividades agropecuarias sobre la abundancia y riqueza de aves silvestres en la localidad de Dzonot Carretero, en Tizimín, Yucatán, México, una zona de amortiguamiento dentro de la Reserva de la Biósfera de Ría Lagartos. Se trazaron dos transectos lineales, de 2 km para acahuals (vegetación secundaria) con remanentes de selva y de 1 km para el maizal (*Zea mays* L.) con ciclos continuos de cultivo y pastizal de 10 años de implementación, y dos años de abandono. Se realizaron observaciones de la avifauna con la metodología de datos ópticos, y se analizaron a través de una prueba-T utilizando Statistica v7.1 y se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) en el programa Past v3.14. Se registraron 695 individuos, de 71 especies; las más abundantes fueron *Cyanocorax yucatanicus*, *Dives dives* y *Passer domesticus*, con 13.7, 12.4 y 8.8% respectivamente. La mayor diversidad se observó en acahual 1 (3.318), seguido por pastizal (3.049), acahual 2 (3.009) y maizal (2.672). Estos resultados sugieren que los sitios en reconversión como los acahuals y pastizal con abandono de dos años, brindan condiciones para la permanencia de las aves, y en el maizal por ser tradicional, no ejerce la suficiente presión para desplazar a la totalidad de las aves.

Palabras clave: Aves, península de Yucatán, Acahual.



Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio. 2018. pp: 24-30.

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

ABSTRACT

The impact of deforestation and fragmentation of the vegetation in ecological reserves is associated with the deterioration and loss of habitat of many species of wild fauna, and birds are the main indicators of the ecosystem's health. A study was carried out to understand the effect of habitat fragmentation from agricultural and livestock activities on the abundance and wealth of wild birds in the locality of Dzonot Carretero, in Tizimin, Yucatán, México, a buffering zone within the Ría Lagartos Biosphere Reserve. Two linear transects were traced, of 2 km for acahual (secondary vegetation) with forest remnants and 1 km for maize (*Zea mays* L.) with continuous cultivation cycles and pasture of 10 years of implementation, and two years of abandonment. Observations of the bird life were performed with the methodology of optical data, and they were analyzed with a T-test, using Statistica v7.1, and the Shanon-Wiener (H) diversity index was calculated with the Past v3.14 software. The number of individuals found was 695, from 71 species; the most abundant were *Cyanocorax yucatanicus*, *Dives dives* and *Passer domesticus*, with 13.7, 12.4 and 8.8%, respectively. The highest diversity was observed in acahual 1 (3.318), followed by pasture (3.048), acahual 2 (3.009) and maize areas (2.672). These results suggest that reconversion sites such as acahual and pasture with two years of abandonment provide conditions for the permanence of birds, and maize areas because they are traditional, do not exert enough pressure to displace the totality of the birds.

Keywords: Birds, Yucatán Peninsula, acahual.

y para la región extremo norte de Yucatán y Quintana Roo se reporta una riqueza de 150 especies de aves (Cortés-Ramírez *et al.*, 2012). En lo que respecta a las reservas ecológicas, se han reportado estudios en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, sitio importante para la protección de los psitácidos en la Península con más de 76% del área de distribución geográfica potencial (Plasencia y Escalona, 2014), en la Reserva Estatal del Palmar (Chable-Santos *et al.*, 2008), en la Reserva Estatal de Dzilam, donde se encontró que mientras más abandonada estaba la zona agrícola existía mayor presencia de pícidos y troquílidos (Navarro *et al.*, 2016) y en la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, donde se estudió la fenología reproductiva y éxito de anidación de la matraca yucateca (*Campylorhynchus yucatanicus*) reportando un éxito de anidación de 46% (Vargas-Soriano, 2008). En la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos Medina-Van *et al.* (2016), documentaron las especies de colibríes consideradas como indicadores de perturbación de la vegetación. Esta Reserva presenta seis zonas núcleo que abarcan una superficie de 23,681 ha, y una zona de amortiguamiento con una superficie de 36,666 ha. Dentro de ella se ubica la comunidad de Dzonot Carretero, Tizimin, donde la principal actividad económica es la ganadería semi-extensiva, seguida de la agricultura; este cambio de uso de suelo ha modificado la diversidad vegetal de las selvas, por lo que se reduce el hábitat de las aves. Siendo uno de los grupos de especies silvestres más sensibles a los cambios y pérdidas de hábitat por tener un papel relevante como indicadores de la salud de los ecosistemas (Ceballos-Lascuráin *et al.*, 2000), la dinámica de las comunidades naturales y las

INTRODUCCIÓN

La Península de Yucatán, México, es un área de importancia para la diversidad y conservación de aves residentes y migratorias, existe un registro de 543 especies correspondientes a 75 familias taxonómicas, representan el 51% de las aves observadas en México, y el 77% de las registradas en los Estados Unidos y Canadá (MacKinnon, 2005). Esta diversidad se debe a que el 48.62% del territorio peninsular está ocupado por algún tipo de selva, vegetación secundaria o acahual (Sánchez *et al.*, 2006), y abarcan 1.9 millones de hectáreas (Durán y García, 2010), brinda un hábitat adecuado a la avifauna residente, y para las aves migratorias representan sitios de anidación, alimentación y reproducción (CONABIO, 2006). Sin embargo, cerca de 70% del territorio de Yucatán está conformado por ejidos (propiedad social) que desarrollan alguna actividad agrícola, ganadera o extractiva (INEGI, 2007), que propician la fragmentación de la selva y deterioro de los servicios ecosistémicos, dejando desprotegida las diferentes especies de fauna silvestre y, por ende, ocasionando alteraciones sobre la riqueza y abundancia de sus comunidades (García-Estrada *et al.*, 2002), siendo el caso de *Amazona farinosa* y *A. oratrix* (Plasencia y Escalona, 2014).

En el estado de Yucatán, se han realizado estudios avifaunísticos en vegetación secundaria al sur de la entidad, reportando mayor riqueza y abundancia en parcelas con más tiempo de abandono (Guerrero-González, 2007),

consecuencias de las influencias humanas (Galindo, 1999). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue conocer el efecto de la fragmentación del hábitat por actividades agropecuarias sobre la abundancia y riqueza de aves silvestres.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante la época de lluvias y de vientos del norte (mayo a diciembre), en la localidad de Dzonot Carretero, perteneciente al municipio de Tizimin, Yucatán (21° 24' 07" N y 87° 52' 39" O) con una precipitación media anual de 1,041 mm y temperatura promedio de 25.5 °C, correspondiente a un clima Aw0 (García, 1988) y una altitud de 20 m. Se encuentra dentro de dos unidades de gestión ambiental (UGAS) (1.2C y 1.2M), presenta cinco tipos de uso de suelo de acuerdo al POETY (2007). Incluye vegetación de selva mediana subcaducifolia (SMSC), selva baja caducifolia (SBC), selva mediana perennifolia (SMP), selva inundable (SI) y pastizal o vegetación perturbada (P). La UGA 1.2 C, es una planicie de plataforma baja 5-10 m, planicies interrumpidas por ondulaciones, con suelo tipo redzina y litosol. Mientras que la UGA 1.2M, es una planicie media, con ondulaciones y depresiones aisladas, tipo de suelo cambisol y luvisol crómico.

Previo al marcaje de los sitios de muestreo, se recorrieron las áreas de vegetación secundaria, donde se recolectaron muestras botánicas (hoja, flor y fruto) de las diferentes especies, fueron trasladadas al herbario del Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY) para su identificación. Posteriormente se seleccionaron cuatro sitios con distintos tipos de fragmentación y se georreferenciaron con un GPS Garmin etrex®. Los dos acahuales seleccionados estaban constituidos por las siguientes especies vegetales: *Hampea trilobata* Standl., *Gymnopodium antigonoides* (B.L. Rob. ex Millsp. & Loes.), *Caesalpinia gaumeri* Greenm., *Helicteres barvensis* Jacq., *Lantana frutilla* L., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Pithecellobium winzerlingii* Britton & Rose, *Mimosa bahamensis* Benth., *Lepidium virginicum* L., *Acacia gaumeri* S. F. Blake., *Croton chichenensis* Lundell., *Waltheria indica* L., *Acacia pennatula* Schltld. & Cham., *Acacia cornigera* (L.) Willd., *Ebenopsis ebano* (Berl.) Britton et Rose., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Jacquinia macrocarpa* Cav., *Viguiera dentata* (Cav.), *Vitex gaumeri* Greenm., *Haematoxylum campechianum* L., *Desmodium incanum* DC., *Combretum farinosum* Kunth, *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Senna racemosa* (Mill.) H.S. Irwin & Barneby, *Mitracarpus hirtus* (L.) DC., *Thrinax*

radiata Lodd. ex Schult. & Schult., *Lonchocarpus rugosa* Kunth, *Cnidocolus souzae* McVaugh, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., *Lonchocarpus commons* Kunth, *Metopium brownei* (Jacq.) Urb., *Forchhammeria trifoliata* Radlk., *Lasiacis sorghoidea* (Desv. ex Ham.) Hitchc. & Chase, *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt., *Lippia graveolens* Kunth, *Sida acuta* Burm.f., *Swartzia cubensis* (Britton & Wills) Standl., *Dalbergia glabra* (Mill.) Standl., *Cydista potosina* (K. Schum. & Loes.) Loes., *Jatropha gaumeri* Greenm., *Cyperus rotundus* L., *Montanoa hibiscifolia* Benth., *Macroptilium atropureum* (Moc. & Sesse ex DC.) Urban, *Ipomea indica* (Burm.) Merr., *Pluchea odorata* L., *Byrsonima bucidaefolia* Standl., *Chamaecrista glandulosa* (L.) Greene., *Cissus gossypifolia* Standl., *Lantana cámara* L., *Capsicum annuum* var. *annuum* L., *Bauhinia divaricata* L., *Parthenium hysterophorus* L., *Mucuna pruriens* L., *Bravaisia berlandieriana* (Nees) T.F. Daniel., *Chrysophyllum mexicanum* Brandegees in Standl., *Hura poliandra* Baill., *Tragia yucatanensis* Millsp., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Hamelia patens* Jacq., *Hymenocallis occidentalis*, *Echites yucatanensis* Millsp. ex Standl.; un maizal con una extensión de 5 ha, seis ciclos de cultivo, y un pastizal inducido de 9 ha con 10 años de establecimiento de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst), pasto brizantha (*Brachiaria brizantha* Hochst. Ex A. Rich.) Stapf.) y con dos años de abandono.

De cada sitio se trazaron, dos transectos lineales, para los acahuales de 2 km y de 1 km para el maizal y el pastizal, donde se realizaron observaciones directas de aves con binoculares Bushnell 10x42 mm, siguiendo la metodología que se basa en datos ópticos (Guinart y Rumiz, 1999) y sin cálculo de distancia entre el ave y el observador (Wunderle, 1994), buscando aves a lo largo de cada transecto (Ortiz-Pulido y Díaz-Valenzuela, 2001). Los avistamientos se llevaron a cabo semanalmente, en horarios de 6:00 a 10:00 am, y 17:00 a 19:00 pm. Las aves fueron identificadas a nivel de especie utilizando guías especializada de aves (Kaufmann, 2005; Peterson y Chalif, 2008, MacKinnon, 2013). Con los datos obtenidos de las especies totales, se construyó una base de datos en excel, para posteriormente evaluar la abundancia y riqueza comparando las aves por sitio, a través de una prueba-T utilizando Statistica v7.1. Para el cálculo del índice de diversidad de Shanon-Wiener (H) se empleó el programa Past v3.14.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró un total de 695 individuos, repartidos en 71 especies y 33 familias. La diversidad de especies fue

menor a las reportadas en la Reserva Estatal del Palmar con 104 especies de aves (Chable-Santos *et al.*, 2008), así como a lo reportado en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla con 113 especies (Vázquez *et al.*, 2009) y en la Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca en donde se observaron 160 especies (Lavariega *et al.*, 2016). La familia más abundante en el presente estudio fue Emberizidae con 113 individuos, seguido de Corvidae y Parulidae con 95 y 86 individuos, respectivamente. Las familias menos abundantes fueron Anatidae, Bombycillidae y Caprimulgidae con un individuo cada una (Cuadro 1). Los resultados coincidieron con lo reportado para Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, siendo la familia Parulidae y Emberizidae las más abundantes (Lavariega *et al.*, 2016). Con relación a especies, las más abundantes fueron *Cyanocorax yucatanicus*, *Dives dives* y *Passer domesticus*, representado un 13.7, 12.4 y 8.8% respectivamente. Mientras que las menos abundantes con 0.1%, son *Leptodon cayanensis*, *Dendrocygna autumnalis*, *Bombycilla cedrorum*, *Caprimulgus badius*, *Saltator atriceps*, *Saltator caerulences*, *Coccyzus americanus*, *Tapera naevia*, *Setophaga ruticilla*, *Polioptila caerulea*, *Habia rubica*, *Contopus virens* y *Empidonax minimus* (Cuadro 1).

De las 71 especies registradas, 13 se observaron en los cuatro sitios de muestreo. De este grupo las especies más abundantes en pastizal fueron *D. dives*, *P. domesticus* y *C. yucatanicus*, con 38, 34 y 18 individuos respectivamente; en maizal *C. yucatanicus* y *D. dives*, con 48 y 40 individuos; en acahual 1 *P. domesticus* y *Q. mexicanus* con 27 y 20 individuos, y en acahual 2 *C. yucatanicus* y *C. sulcirostris* con 18 y 17 individuos respectivamente (Cuadro 1).

Los sitios presentaron especies exclusivas, por ejemplo, en el pastizal fueron: *Parkesia noveboracensis*, *Pheucticus ludovicianus*, *Aratinga nana*, *Caprimulgus badius* y *Coccyzus americanus*. En maizal: *Dryocopus lineatus*, *Dendrocygna autumnalis*, *Saltator coerulescens*, *Polioptila caerulea*, *Contopus virens* y *Empidonax minimus*. En Acahual 1: *Anthus rubescens*, *Geothlypis poliocephala*, *Tytira semifasciata*, *Chondrohierax uncinatus*, *Chlorostilbon canivetii*, *Bombycilla cedrorum* y *Tapera naevia*. Para Acahual 2: *Podilymbus podiceps*, *Geothlypis trichas*, *Megaceryle alcyon*, *Piaya cayana*, *Leptodon cayanensis*, *Saltator atriceps*, *Setophaga ruticilla* y *Habia rubica*. Las especies registradas son similares en un 50% a las reportadas por Chable-Santos *et al.* (2008) en la Reserva Estatal del Palmar, Yucatán; sin embargo, las especies reportadas por Lavariega *et al.* (2016) para el pastizal inducido de la Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca fueron diferentes a las registradas en este estudio.

Con relación a la abundancia total de individuos por sitio, se encontraron diferencias significativas ($T=1.825742$, $P=0.047$), la mayor cantidad de individuos se observó en el acahual 1 seguido de pastizal, acahual 2 y maizal con 221, 184, 174 y 166 registros respectivamente (Figura 1). Así mismo, los índices de diversidad mostraron que el sitio más diverso fue acahual 1 (3.318),

seguido por pastizal (3.049), acahual 2 (3.009) y maizal (2.672) (Figura 1). Resultados similares obtuvieron Borgez y López-Mata (2005), al estudiar la riqueza y diversidad de aves en tres áreas distintas (pastizal ganadero, selva con regeneración y selva madura) en el Centro de Veracruz observaron una mayor diversidad para el área con regeneración intermedia (4.24), seguida del pastizal (4.19) y de la selva madura (3.44). En este sentido, Navarro *et al.* (2015) en la Reserva Estatal de Dzilam, Yucatán, evaluaron la relación de la diversidad avifaunística con el tiempo de abandono de tierras agropecuarias, encontraron que los acahuals con más de 10 años de abandono tienen mayor potencial para conservar la avifauna.

CONCLUSIONES

La fragmentación del hábitat por actividades agropecuarias afecta la abundancia de especies, en este sentido, el sitio con mayor número de especies específicas fueron los acahuals y el pastizal que se encuentra en una etapa temprana de sucesión, que se relaciona con un hábitat más estable, a diferencia del maizal en el que existe una alta actividad

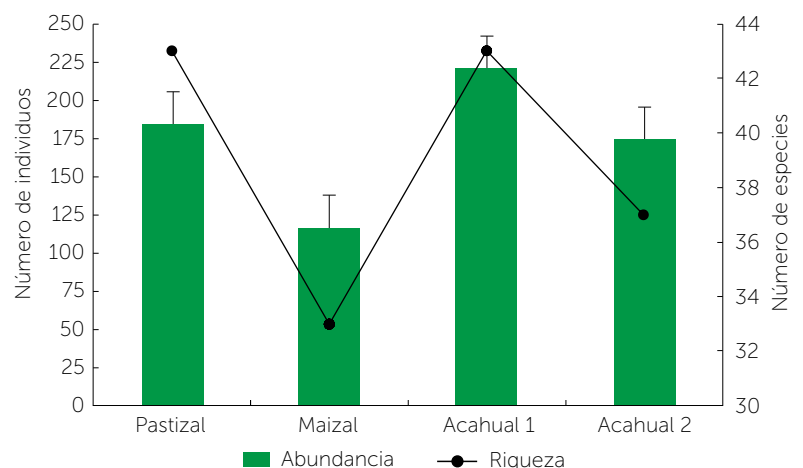


Figura 1. Diversidad y riqueza avifaunística en cuatro sitios en regeneración vegetal de Tizimin, Yucatán, México.

Cuadro 1. Familias y especies de avifauna de Tizimín, Yucatán, México.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	Aguililla caminera
	<i>Chondrohierax uncinatus</i> (Temminck, 1822)	Gavilán pico gancho
	<i>Leptodon cayanensis</i> (Latham, 1790)	Gavilán cabeza gris
Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i> (Linnaeus, 1758)	Martín pescador norteño
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	Pijije alas blancas
Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i> (Townsend, 1839)	Vencejo de vaux
Ardeidae	<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	Garza blanca
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	Garza ganadera
Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i> Vieillot, 1808	Ampelis chinito
Caprimulgidae	<i>Antrostomus badius</i> Bangs & Peck, 1908	Tapacaminos yucateco
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i> (Linnaeus, 1758)	Cardenal rojo
	<i>Pheucticus ludovicianus</i> (Linnaeus, 1766)	Picogordo degollado
Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i> (Lesson, 1832)	Saltador cabeza negra
	<i>Saltator caerulences</i> (Vieillot, 1817)	Saltador chucho páes
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1783)	Zopilote común
	<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	Zopilote aura
Columbidae	<i>Columbina passerina</i> (Linnaeus, 1758)	Tortola coquita
	<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)	Tortolita canela
	<i>Zenaida asiatica</i> (Linnaeus, 1758)	Paloma ala blanca
Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i> (Dubois, 1875)	Chara yucateca
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i> (Wagler, 1830)	Chachalaca oriental
Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	Cuclillo pico amarillo
	<i>Crotophaga sulcirostris</i> (Swainson, 1827)	Garrapatero pijuy
	<i>Playa cayana</i> (Linnaeus, 1766)	Cuclillo canela
	<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	Cuclillo rayado
Passerellidae	<i>Melospiza lincolni</i> (Audubon, 1834)	Gorrion de Lincoln
	<i>Peucaea botteri</i> (Sclater, 1858)	Zacatonero de botteri
Thraupidae	<i>Sporophila torqueola</i> (Bonaparte, 1850)	Semillero de collar
	<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	Semillero brincador
Icteridae	<i>Dives dives</i> (Deppe, 1830)	Tordo cantor
	<i>Icterus cucullatus</i> (Swainson, 1827)	Calandria dorso negro menor
	<i>Icterus gularis</i> (Wagler, 1829)	Calandria dorso negro mayor
	<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, 1788)	Zanate mayor
	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i> (Lafresnaye, 1839)	Mosquero cabezon degollado
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1808)	Centzontle tropical
Motacillidae	<i>Anthus rubescens</i> (Tunstall, 1771)	Bisbita de agua
Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i> (Baird, 1865)	Mascarita pico grueso
	<i>Geothlypis trichas</i> (Linnaeus, 1766)	Mascarita común
	<i>Parkesia noveboracensis</i> (Gmelin, 1789)	Chipe charquero
	<i>Setophaga coronata</i> (Linnaeus, 1766)	Chipe rabadilla amarilla
	<i>Setophaga magnolia</i> (Wilson, 1811)	Chipe de magnolias
	<i>Setophaga ruticilla</i> (Linnaeus, 1758)	Pavito migratorio
	<i>Vermivora chrysoptera</i> (Linnaeus, 1766)	Chipe alas amarillas
Passeridae	<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	Gorrion domestico
Odontophoridae	<i>Colinus nigrogularis</i> (Gould, 1843)	Codorniz yucateca

Cuadro 1. Familias y especies de avifauna de Tizimin, Yucatán, México. (Continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre común
Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus, 1766)	Carpintero lineado
	<i>Melanerpes aurifrons</i> (Wagler, 1829)	Carpintero chejé
	<i>Dryobates scalaris</i> (Wagler, 1829)	Carpintero mexicano
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758)	Zambullidor pico grueso
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i> (Sparman, 1788)	Loro frente blanca
	<i>Eupsittula nana</i> (Vigors, 1830)	Perico pecho sucio
Poliophtidae	<i>Poliophtila caerulea</i> (Linnaeus, 1766)	Perlita azulgris
Cardinalidae	<i>Habia rubica</i> (Vieillot, 1817)	Tángara-hormiguero corona roja
Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i> (Lesson, 1842)	Tinamú canela
Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i> (Spix, 1825)	Titira puerquito
Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i> (Cabot, 1845)	Colibrí yucateco
	<i>Chlorostilbon canivetii</i> (Lesson, 1832)	Esmeralda oriental
Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i> (Lafresnaye, 1845)	Salta pared moteado
Turdidae	<i>Catharus minimus</i> (Lafresnaye, 1848)	Zorzal cara gris
	<i>Turdus grayi</i> (Bonaparte, 1838)	Mirlo café
Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i> (Sclater, 1857)	Mosquerito chillón
	<i>Contopus virens</i> (Linnaeus, 1766)	Papamoscas del Este
	<i>Empidonax minimus</i> (Baird & Baird, 1843)	Papamoscas chico
	<i>Myiarchus tuberculifer</i> (D'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Papamoscas triste
	<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius Muller, 1776)	Papamoscas gritón
	<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	Luisito común
	<i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert, 1783)	Papamoscas cardenalito
	<i>Tyrannus couchii</i> (Baird, 1858)	Tirano cuir
	<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	Tirano piriri
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	Vireón cejas canelas
	<i>Vireo flavifrons</i> (Vieillot, 1808)	Vireo garganta amarilla

antropogénica. De los cuatro sitios de muestreo, el maizal presentó la menor biodiversidad debido a que fue el único sitio con actividades agrícolas vigentes, a diferencia de los Acahuales y el pastizal con periodos largos y cortos de abandono. Se registraron 71 especies de aves pertenecientes a 33 familias, de las cuales *C. yucatanicus*, *D. dives* y *P. domesticus* fueron las más abundantes. La especie *C. yucatanicus* se registró en tres de los cuatro sitios y *D. dives* en dos sitios. La presencia de estas aves en el maizal indica que este sitio a pesar del grado de perturbación les brinda alimento, debido a que son sitios de milpa tradicional, donde las prácticas son poco agresivas con el ambiente, disminuyendo la presión para desplazar a la totalidad de las aves.

AGRADECIMIENTOS

A la DGEST (Dirección General de Educación Superior Tecnológica) por el financiamiento al proyecto 5193.13-P. Abundancia, riqueza y dis-

tribución de fauna silvestre en áreas naturales fragmentadas de Tizimin, Yucatán.

LITERATURA CITADA

- Bojorges B.J.C., López-Mata L. 2005. Riqueza y diversidad de especies de aves en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. Acta Zoológica Mexicana ns. 21(1):1-20.
- CONABIO. 2006. Reserva especial de la biosfera Ría Lagartos. Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México. http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/reservasBiosfera_Cont.pdf
- Cortés-Ramírez G., Gordillo-Martínez A., Navarro-Sigüenza A. G. 2012. Patrones biogeográficos de las aves de la península de Yucatán. Revista Mexicana de Biodiversidad, 83(2):530-542
- Chablé-Santos J.B., González R.J., Peña-Peniche L.A., Pasos-Enríquez R.M. 2008. Bird diversity in the petens of Yucatan state, México. Ornithología Neotropical. 19:55-70.
- Duran-García R., García-Contreras, G. 2010. Distribución espacial de la vegetación. En: Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Duran, R y Méndez, M. (Editores). CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Pp 131-135.

- Guerrero-González L. 2007. "Diversidad de aves y su potencial como grupo indicador en la Reserva Estatal de Dzilam, Yucatán, México". Tesis de maestría en manejo y conservación de recursos naturales tropicales. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Howell S.N.G., S. Webb. 2012. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. New York, EUA.
- Kaufman K. 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica. Hillstar Editions L.C. New York, EUA. ISBN: 0-618-572424-7
- Lavariega M.C., Martín-Regalado N., Gómez-Ugalde R.M., Aragón, J. 2016. Avifauna de la Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, México. Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología. 17(2):198-214.
- MacKinnon H.B. 2013. Sal a pajarear: Guía de aves. Editorial La vaca independiente. México, D.F. ISBN: 9786079604226
- Medina-Van P., Parra-Tabla V.P., Leirana-Alcocer, L. 2016. Recursos florales y colibríes durante la época seca en la Reserva de la Biósfera de Ría Lagartos, Yucatán, México. Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología. 17(2):244-250.
- Navarro A.J.A., Leirana-Alcocer J.L., Hernández-Betancourt S.F., Guerrero-González, L.L. 2016. Palomas (Columbidae), pájaros carpinteros (Picidae) y colibríes (Trochilidae) como indicador de sucesión en la selva baja de Dzilam, Yucatán, México. Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología. 17(1): 1-7. ISSN: 1870-7459.
- Peterson R.T., Chalif E.L. 2008. Aves de México: Guía de campo. Editorial Diana. México, D.F. ISBN: 9789681332075
- Plasencia V.A.H., Escalona, S.G. 2014. Caracterización del área de distribución geográfica potencial de las especies de aves psitácidas de la Península de Yucatán, México. Revista de Biología Tropical. 62(4):1509-1522.
- Salgado-Ortiz J., Marra P.P., Robertson R.J. 2009. Breeding seasonality of the mangrove warbler (*Dendroica Petechia Bryanti*) from Southern Mexico. *Ornitología Neotropical*, 208:255-263
- Vázquez L., Moya H., Arizmendi, M. 2009. Avifauna de la selva baja caducifolia en la cañada del río Sabino, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 80:535-549.



EL MONITOREO COMUNITARIO DE AVES EN LA REGIÓN DE LAS ALTAS MONTAÑAS DE VERACRUZ, MÉXICO: HACIA UN AVITURISMO COMUNITARIO

COMMUNITY-BASED BIRD MONITORING IN THE HIGH MOUNTAIN REGION OF VERACRUZ, MÉXICO: TOWARDS A COMMUNITY-BASED AVITOURISM

Alcántara-Salinas, G.^{1,2}, Rivera-Hernández, J.E.^{1,2*}, Calderón-Parra, J.R.³, Santos-Martínez, M.L.⁴, Pérez-Sato, J.A.¹, Román-Hernández, D.², Balderas-San Miguel, O.², Vargas-Rueda, A.F.² y Salazar-Ortiz, J.¹

¹Maestría en Paisaje y Turismo Rural, Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Carretera Córdoba-Veracruz, km 348, Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C.P. 94946. ²Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios, S.C. Calle Santa María # 13, Unidad Habitacional San Román, Córdoba, Veracruz, México. C.P. 94542. ³Coordinación General de Información y Análisis y Coordinación del programa NABCI y temas de vida silvestre, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Liga Periférico - Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Del. Tlalpan, Ciudad de México. C.P. 14010. ⁴Coordinadora de monitoreo, CONABIO y Red de Observación de Aves en los Tuxtlas "Huilottl Toxtlan". Niños Héroes # 4, esquina Emiliano Zapata, Nixtamalapan, Catemaco, Veracruz. C.P. 95870.

*Autor de correspondencia: jrverah@geobicom.org

RESUMEN

Se presentan antecedentes del monitoreo comunitario de aves en México y de la observación de aves en la región de las Altas Montañas de Veracruz, especialmente en la experiencia de los 13 conteos de aves navideños y de primavera que se han realizado desde 2005, así como la creación de un Club de Observadores de Aves de la región Córdoba-Orizaba, realización de guías rápidas de aves y un libro de identificación de las aves de las Altas Montañas y de cuyas actividades se ha desprendido el registro de más de 420 especies de aves en la región. Del mismo modo, se describe el proceso de capacitación y formación de un grupo de monitores comunitarios de aves de la región, integrado por 25 personas de ocho proyectos ecoturísticos diferentes. Se concluye que el monitoreo comunitario de aves surge en la región de las Altas Montañas de Veracruz para responder a la necesidad de ampliar la oferta turística, buscando el desarrollo comunitario, así como la conservación y el aprovechamiento sustentable de aves.

Palabras clave: Monitoreo comunitario, desarrollo comunitario, Aves, Altas Montañas, Veracruz



ABSTRACT

Background here is presented regarding community-based bird monitoring in Mexico and bird monitoring in the High Mountain region of Veracruz, especially in the experience from 13 Christmas bird counts and spring birds that have been performed since 2005, as well as the creation of a Bird Watchers Club in the Córdoba-Orizaba region, performing quick bird guides, a scientific article, and a bird identification book of the High Mountains, and from these activities the record of more than 420 species of birds in the region was performed. In the same way, the training process and formation of a group of community monitors of birds in the region is described, made up of 25 people of eight different ecotourism projects. It is concluded that the community monitoring of birds arises in the High Mountains of Veracruz to respond to the need to broaden the tourism offer, seeking community development and the conservation and sustainable exploitation of birds.

Keywords: community monitoring, community development, birds, High Mountains, Veracruz.

INTRODUCCIÓN

El monitoreo biológico es un programa en el que se realizan una serie de muestreos dirigidos a algún grupo de seres vivos con el fin de determinar la variación de sus poblaciones a lo largo del tiempo; estos programas son muy útiles para detectar factores que amenazan la conservación de las especies, además de que aportan información sobre la relación que existen entre los seres vivos y su ambiente (Ortega-Álvarez *et al.*, 2012). Las aves son uno de los grupos de fauna que con más frecuencia han sido objeto de monitoreo desde hace mucho tiempo en diferentes partes del mundo, con el objetivo de responder diversas preguntas, ya que algunas especies de aves pueden ser indicadores de la salud de los ecosistemas o servir para evaluar el impacto de diferentes actividades humanas sobre la biodiversidad, que ayuden a realizar acciones encaminadas a su conservación. Su carisma, belleza, cantos melodiosos, facilidad para ver y escuchar y el hecho de encontrarse en prácticamente todos los ambientes, además de requerir equipo de bajo costo y especialmente porque

la observación de aves puede ser una actividad divertida, es que esta actividad tiene potencial para involucrar a la población local; de hecho, muchas aves son muy apreciadas culturalmente porque el humano las utiliza como recurso alimenticio, comercial, ornamental, religioso, artístico, medicinal y de esparcimiento (Ortega-Álvarez *et al.*, 2012). De esta manera, el monitoreo de aves permite evaluar el estado de conservación, la calidad y las tendencias de las poblaciones, sus hábitats y su aportación a los sistemas productivos sustentables a la conservación de la biodiversidad. Los programas de monitoreo de aves basados en la participación de la población local son una oportunidad muy prometedora para incrementar el conocimiento científico, el mejoramiento de las actividades productivas y, sobre todo, para involucrar a las poblaciones locales en el compromiso de la conservación de la biodiversidad, en la implementación de actividades de aviturismo y así, mejorar su calidad de vida (Conabio, 2015). A lo largo de la historia, el monitoreo ha sido realizado por profesionales; sin embargo, recientemente las comunidades rurales se han integrado con éxito a ellas, lo cual ha estimulado y ha hecho partícipes a los pobladores locales en el estudio de sus recursos naturales, sensibilizándolos sobre la importancia de la conservación de la biodiversidad (Şekercioğlu, 2002; Ortega-Álvarez *et al.*, 2015). En México, un esfuerzo a gran escala para implementar un programa de monitoreo comunitario de aves comenzó en el año 2009, cuando la Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte (NABCI-México) de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) inició dos colaboraciones; la primera con la Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos, también de la CONABIO, a la cual denominaron: "Monitoreo Biológico con Especies de Aves Indicadoras" y otra más con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) llamada "Manejo Integrado de Ecosistemas". El resultado de ambas colaboraciones tuvo como producto una Red de Monitoreo Comunitario de Aves en las áreas de operación del Corredor Biológico Mesoamericano, además de otras tres áreas de importancia por su riqueza biológica y cultural. En ambos casos, el objetivo fue crear capacidades locales que generarán información biológica útil para evaluar los impactos de diferentes actividades productivas sobre la biodiversidad. Esta iniciativa se lleva a cabo a través de capacitaciones en forma de talleres y posteriores visitas de reforzamiento y seguimiento, así como equipamiento para la observación, identificación y monitoreo de aves (Conabio, 2015).

La labor de los monitores comunitarios de aves es muy importante pues no sólo generan información de utilidad científica, sino que al adquirir la conciencia sobre la conservación de la naturaleza, pueden coadyuvar en la modificación de prácticas o actividades productivas hacia otras más sustentables, como lo es el ecoturismo, específicamente el turismo de observación de aves o aviturismo, lo que puede generar ingresos económicos complementarios para la comunidades (Ortega-Álvarez *et al.*, 2015). A la fecha, esta iniciativa ha tenido mucho éxito pues existe un número importante de grupos de monitores comunitarios de aves y cada día se integran más, por ejemplo: en la Península de Yucatán, se encuentra la Red de Monitores Comunitarios Mayan Jays y Yucatan Jay Birders Club; en Veracruz, la Red de Observación de Aves en los Tuxtlas "Huilotl Toxtlan" y la Red de Monitoreo Comunitario de Aves de las Altas Montañas al Mar; en Oaxaca, la Coordinadora Estatal de Productores de Café de Oaxaca (CEPCO-Monitores Comunitarios) y la Unión de Comunidades Productoras Forestales Zapoteco-Chinanteca de la Sierra Juárez (UZACHI); en Chiapas, la Red de Monitores Comunitarios Pavón Cornudo/Pavo de Cacho (que es binacional con Guatemala), la Red de Monitores Comunitarios "Manacus candei", los Monitores de Aves en Sierra Madre-PRONATURA y la agrupación Siyaj Chan; en Tamaulipas, se encuentra la Tropa pajarera de la RP El Cielo; en la Ciudad de México, el grupo de Monitoreo Biológico Milpa Alta, los Capulineros de Tepalcatlalpan, Aves Guardianes Tláhuac; en Tabasco, hay monitores en Tacotalpa y Tenosique, entre varios más. A la fecha, se han realizado cinco encuentros de monitores comunitarios de aves a nivel nacional y varios encuentros regionales (Conabio, Nabci y Yucatan Jay Birder Club, 2016).

En la región de las Altas Montañas de Veracruz, el monitoreo de aves inició desde 2005, utilizando el esquema desarrollado por la Sociedad Audubon para el Conteo Navideño de Aves (Christmas Bird Count), donde por pri-

mera vez participaron 15 personas a iniciativa del Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios, S.C. (Geobicom); esta actividad se repitió en 2007 y se retomó nuevamente en 2012, realizándose ya de forma ininterrumpida hasta la actualidad. Desde 2014 se realizan también conteos de primavera (época reproductiva), sumando hasta el momento 13 conteos y en todos estos, Geobicom se unió a la Universidad Veracruzana y al Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, quienes aportaron su infraestructura, vehículos y demás recursos para que estas actividades pudieran realizarse con éxito.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El monitoreo comunitario de aves

A partir de 2016 se iniciaron observaciones de aves en distintas comunidades rurales e indígenas de la región de las Altas Montañas, con el objetivo de crear capacidades de observación comunitaria y para determinar cuáles son las aves que existían en estas comunidades, así como para conocer su distribución y poder ubicar los senderos con mejores rutas para la observación de aves y para diferentes tipos de demanda, a través de los cuales se pudiera ofertar el aviturismo. Posteriormente, en 2017, con el apoyo de la Conabio se organizaron dos talleres de Capacitación de Monitores Comunitarios de Aves de la Región de las Altas Montañas, donde participaron 25

personas de ocho diferentes proyectos de turismo rural y educación ambiental de la región, que estaban interesados en iniciar este monitoreo comunitario de aves. El primer taller fue impartido por María Luciana Santos Martínez, representante de los monitores comunitarios de los Tuxtlas y capacitadora autorizada por Conabio y el segundo por Graciela Alcántara Salinas, coordinadora de la red de monitores comunitarios de las Altas Montañas (Figura 1).

Como seguimiento a estos talleres y a manera de continuar con la capacitación, se organizó una visita a cada una de estas ocho iniciativas turísticas que participaron en



Figura 1. Curso de capacitación a monitores comunitarios de aves. a) Curso teórico en salón y b) práctica de observación de aves. Fotografías: a) D. Román-Hernández y b) M.L. Santos-Martínez

los talleres, las cuales tuvieron duración de un día; con estas visitas se buscó fortalecer las capacidades en el uso del equipo y la identificación de especies, por lo cual también ampliaron la lista de especies registradas en sus localidades durante la visita; la visita también sirvió para conocer las diferentes iniciativas turísticas, las actividades que ofrecen, así como compartir también las experiencias derivadas del ecoturismo. Adicionalmente, se llevó a cabo un viaje de intercambio de experiencias para visitar a la Red de Monitores de Aves Huitlil Toxtlan de la región de Los Tuxtlas, con el fin de motivar a los integrantes de la nueva red de monitoreo comunitario de aves de las Altas Montañas,

así como también para que conocieran el desarrollo de su trabajo y observaran aves en conjunto. Es importante mencionar que, además de los proyectos turísticos de las Altas Montañas, se sumó un grupo de turismo comunitario de Antón Lizardo, del municipio de Alvarado, quien previamente había iniciado con Geobicom S.C. un programa de monitoreo comunitario de aves en su localidad. Por lo anterior, se creó la Red de Monitoreo Comunitario de Aves "De las Altas Montañas al Mar". A los talleres de capacitación también asistieron integrantes de la Dirección del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), quienes han financiado por dos años el monitoreo comunitario en

Antón Lizardo. En total, se han sumado al proyecto 25 personas de ocho diferentes localidades y/o proyectos de aviturismo. De todos ellos, únicamente el grupo de Antón Lizardo ha contado con recursos económicos brindados por la Conanp, los cuales han sido utilizados para la compra de binoculares, guías de identificación de aves y pago de algunos jornales para el monitoreo de aves durante dos años consecutivos (2016-2017) (Figura 2). Como resultado de las actividades e investigaciones mencionadas anteriormente, en las Altas Mon-

tañas se han registrado más de 420 especies de aves en un gradiente altitudinal que va desde 70 a 5,530 m de altura en la cumbre del Pico de Orizaba, abarcando una gran variedad de ecosistemas que van desde la costa, hasta bosques templados, pasando por dunas costeras, distintos tipos de selva e incluso el amenazado mesófilo de montaña, por lo que representa una oferta aviturística única para los observadores de aves. En adición, dada la riqueza de especies en el área, se considera que el aviturismo puede representar una actividad productiva que contribuya al desarrollo económico de las comunidades, así como para la conservación de especies,

utilizando a las aves como grupo bandera para conservar la alta biodiversidad de toda la región. Entre las especies presentes que destacan como un atractivo para el aviturismo están el Cuevero de Sumichrast (*Hylorchilus sumichrasti*) y la Codorniz Coluda Veracruzana (*Dendrortyx barbatus*) endémicas de México, además de otras 36 especies con algún grado de endemismo y de distribución restringida, así como casi 130 especies con algún estatus migratorio. Entre las especies más carismáticas se encuentran los tres tucanes existentes en México, los cuales pueden observarse en un mismo día, además de casi 20 especies de colibríes y más de 30 especies de aves rapaces diurnas y nocturnas, así como más de 250 especies de aves passeriformes, entre mirlos,

mosqueros, vireos, gorriones, saltadores, jilgueros, calandrias, reinitas, eufonías, pirangas, chipes, etcétera (Figura 3).

El Club de Observadores de Aves de Córdoba-Orizaba y las guías de identificación de aves locales

En 2014 se creó el Club de Observadores de Aves de Córdoba-Orizaba, como una iniciativa de Geobicom, S.C., la Universidad Veracruzana y Colegio de Postgraduados (COLPOS) Campus Córdoba, con el fin de que



Figura 2. Red de monitoreo comunitario de aves de las Altas Montañas al Mar. a) Monitoreo de aves en la comunidad de Tepexilotta, en Chocamán y b) Monitoreo de aves en las playas e islas del Sistema Arrecifal Veracruzano. Fotografías: J.E. Rivera-Hernández.

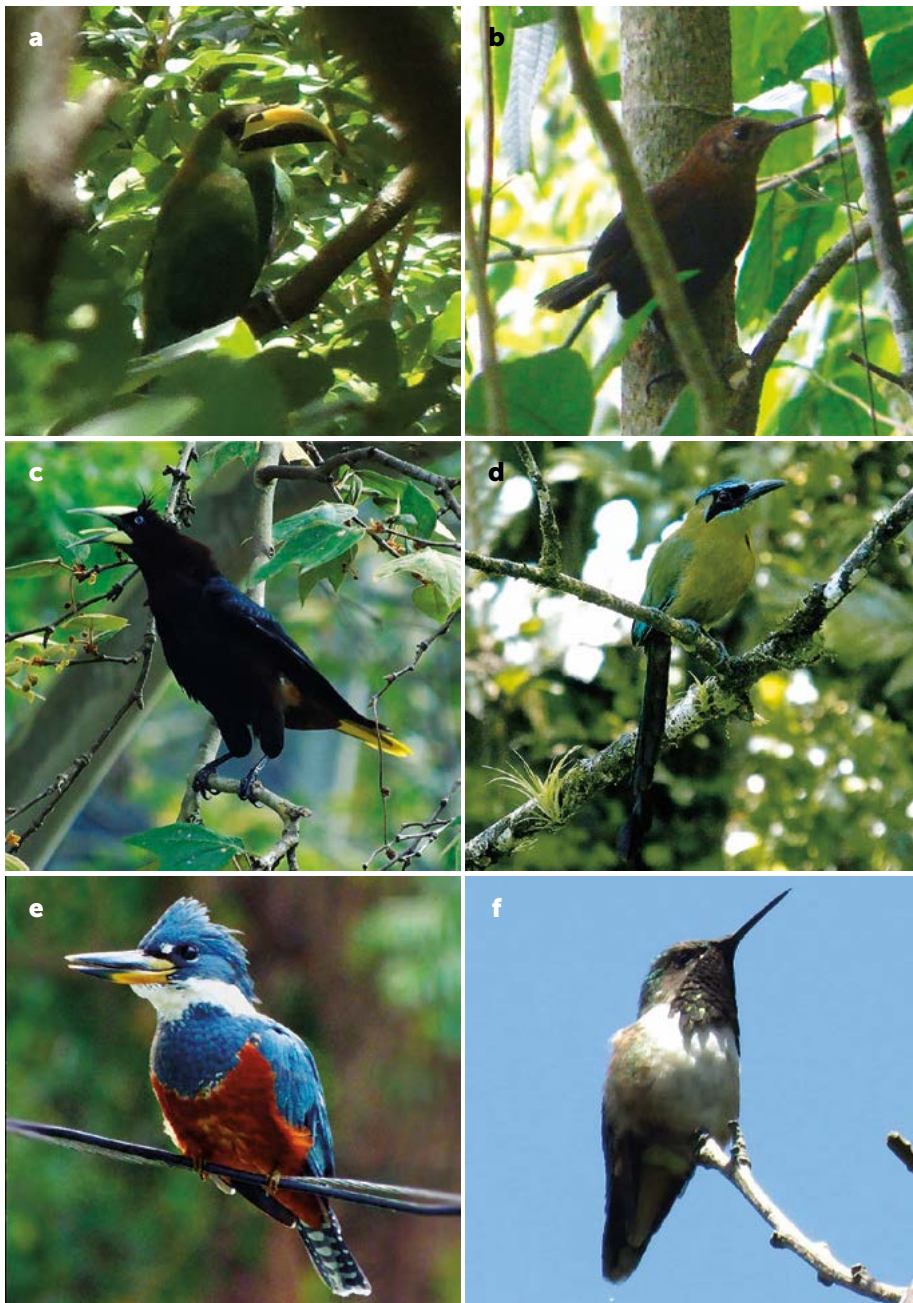


Figura 3. Aves atractivas de las Altas Montañas de Veracruz. a) Tucancillo Verde (*Aulacorhynchus prasinus*), b) Cuevero de Sumichrast (*Hylorchilus sumichrasti*), c) Oropéndola Cabeza Castaña (*Psarocolius wagleri*), d) Momoto Corona Azul (*Momotus lessonii*), e) Martín Pescador de Collar (*Megaceryle torquata*) y f) Zumbador mexicano (*Atthis eloisa*). Fotografías: a), b) y f) J.E. Rivera-Hernández; c) y d) D. Román-Hernández y e) O. Balderas-San Miguel.

la población en general se suma al conocimiento y conservación de las aves de la región de las Altas Montañas de Veracruz. Esta iniciativa organiza salidas para la observación de aves dirigidas al público en general, principalmente en los distintos parques de las ciudades de Córdoba y Orizaba, así como en otros sitios cercanos a dichas ciudades. También inició un programa de observación de aves en las escuelas, en donde se busca involucrar a estudiantes de secundaria y preparatoria en la actividad de observación, para que formen parte del club, la lleven a cabo en sus escuelas y sean ellos mismos quienes capaciten a sus compañeros de grados anteriores. Adicionalmen-

te, como apoyo a las actividades de monitoreo y como producto de los conteos navideños de aves, de varias tesis de Licenciatura en Biología y de cuatro proyectos con Conanp, se han desarrollado cuatro guías rápidas de identificación de aves: Guía de Aves de la Estación Ambiental Tequecholapa del municipio de Naranjal, Guía de Aves del Bosque de Ahuehuetes de Ciudad Mendoza, Guía de Aves de la región Córdoba-Orizaba y Guía de Aves del Sistema Arrecifal Veracruzano (Figura 4).

Finalmente, en el otoño de 2018, Geobicom, el Colegio de Postgraduados, la Coordinación Regional para la Sustentabilidad de la Universidad Veracruzana y el municipio de Córdoba, Veracruz, realizarán el Primer Festival de Aves de las Altas Montañas, en donde se llevarán a cabo conferencias, observaciones de aves, concurso de fotografía, curso de fotografía de naturaleza, presentación del libro: Guía de aves de las Altas Montañas de Veracruz (que incluye más de 350 especies) y presentación de tres nuevas guías rápidas de identificación de aves de diferentes sitios de los alrededores de Córdoba, Veracruz, mesas de discusión y de intercambio de experiencias, así como un desfile de disfraces por escuelas primarias para celebrar a las aves. Se contará con la presencia de grupos de monitores comunitarios de aves de Los Tuxtlas, Península de Yucatán, Pico de Orizaba, Antón Lizardo, además de instituciones como las direcciones del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Parque Nacional Cañón del Río Blanco y Parque Nacional Pico de Orizaba, todos ellos de la Conanp, además que asistirá Pronatura-Veracruz, diferentes clubes de observadores de aves de México y varios más.



Figura 4. Guías rápidas de identificación de aves. Fotografía: J.E. Rivera-Hernández.

CONCLUSIONES

El monitoreo

comunitario es una herramienta que, además de brindar conocimiento científico útil para conocer el estado de las poblaciones de aves silvestres y desarrollar estrategias para su conservación, también puede tener un impacto social positivo, ya que ofrece oportunidad para llevar a cabo educación ambiental a nivel local y tiene especial potencial para apoyar proyectos ecoturísticos al generar capacidades para ampliar o enriquecer su oferta al determinar las espe-

cies existentes en la localidad, así como su distribución y temporalidad. Este monitoreo surgió en la región de las Altas Montañas como una iniciativa que responde a la necesidad de ofrecer una oferta ecoturística más amplia, que sea desarrollada en las comunidades rurales e indígenas locales, a la vez que se involucra a estas comunidades en la conservación de la naturaleza. Esta iniciativa también apoyará a conocer mejor las especies que habitan en esta región y a sus poblaciones, hábitos reproductivos, movimientos altitudinales y estado de conservación.

LITERATURA CITADA

- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), NABCI (Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte) y Coordinadora Estatal de Productores de Café de Oaxaca (CEPCO). 2015. Volando hacia lo sustentable. Memoria del 4to Encuentro de Monitores Comunitarios de Aves. Coordinadora Estatal de Productores de Café de Oaxaca (CEPCO), Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) e Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte-México (Nabci-México). Santa Catarina Lachatao, Oaxaca, México. 67 pp.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), NABCI (Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte) y Monitores Comunitarios Yucatan Jay Birders Club. 2016. Emprendiendo Vuelo en el Mayab. Memoria del 5to. Encuentro de Monitores Comunitarios de Aves. Secretaría de Fomento Turístico de Yucatán (SEFOTUR), Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA), Patronato de las Unidades de Servicios Culturales y Turísticos (CULTUR). H. Ayuntamiento de Valladolid. Valladolid, Yucatán, México. 83 pp.
- Ortega-Álvarez R., Sánchez-González L. A., Berlanga H., Rodríguez-Contreras V., Vargas V. 2012. Manual para monitores comunitarios de aves. Iniciativa de monitoreo de aves en áreas bajo influencia de actividades productivas promovidas por el Corredor Biológico Mesoamericano-México. Corredor Biológico Mesoamericano-México (CBM-M), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte-México (Nabci-México) y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp).
- Ortega-Álvarez R., Sánchez-González L.A., Lozada-Ronquillo M.P., Noria-Sánchez J.L., Patiño J.J., González-Valdez Y., Berlanga H. 2015. Integrando experiencias de monitoreo comunitario de aves en la región sur de México. *El canto del Centzontle* 3(2): 89-97.
- Sánchez-González L.A., Ortega-Álvarez R. 2015. Monitoreo Comunitario de Aves: un elemento fundamental en los esfuerzos de conservación de la biodiversidad. P.p. 13-21. En: Ortega-Álvarez, R., Sánchez-González, L. A. y Berlanga-García, H. (Eds.). *Plumas de multitudes. Integración comunitaria en el estudio y monitoreo de aves en México.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte-México (Nabci-México) y Corredor Biológico Mesoamericano. México.
- Şekercioğlu Ç.H. 2002. Impacts of birdwatching on human and avian communities. *Environmental Conservation* 29: 282-289.



HERPETOFAUNA DE TRES LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE AMATLÁN DE LOS REYES, VERACRUZ, MÉXICO

HERPETOFAUNA OF THREE LOCALITIES IN THE MUNICIPALITY OF AMATLAN DE LOS REYES, VERACRUZ, MEXICO

Pérez-Sato, J.A.¹, Cerón-de la Luz, N.M.¹, Serna-Lagunes, R.², Rivera-Hernández, J.E.¹, Mora-Collado, N.², Salazar-Ortiz, J.^{1*}

¹Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba. Km 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz, Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz. México. C.P. 94946. ²Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. Región Córdoba-Orizaba, Km 1 Camino Peñuela-Amatlán S/N. Peñuela, Municipio de Amatlán de los Reyes, Veracruz. México. C.P. 94950.

*Autor de correspondencia: salazar@colpos.mx

RESUMEN

La herpetofauna de Amatlán de los Reyes, Veracruz, México, no ha sido estudiada formalmente. El objetivo del trabajo fue realizar un inventario herpetológico con el fin de conocer la riqueza herpetofaunística de tres localidades de este municipio y determinar el estatus de riesgo de los herpetozoos registrados, con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Lista Roja de especies Amenazadas de la UICN. Se realizaron muestreos entre agosto y diciembre de 2012, identificando 21 especies de herpetofauna, 13 de reptiles y ocho de anfibios. De acuerdo con la NOM-059 se ubicaron cinco especies en alguna de sus categorías de riesgo: *Scincella silvicola* (Amenazada), *Lampropeltis polyzona* (Amenazada), *Pseudoeurycea lineola* (Sujeta a protección especial), *Bolitoglossa rufescens* (Sujeta a protección especial) y *Micrurus diastema* (Sujeta a protección especial). Únicamente una especie está catalogada dentro de alguna categoría de riesgo de la Lista Roja de la UICN: *Pseudoeurycea lineola* (En peligro); adicionalmente, 16 especies más se consideran Preocupación menor en dicha lista. Se proponen algunas acciones para contribuir a la conservación de la herpetofauna y sus hábitats en el área de estudio. Este trabajo contribuye al conocimiento de la riqueza herpetofaunística de Amatlán de los Reyes y al conocimiento científico de la Reserva Ecológica Natural Cuenca Alta del Río Atoyac, para su uso en la elaboración del Programa de Conservación y Manejo de dicha Área Natural Protegida.

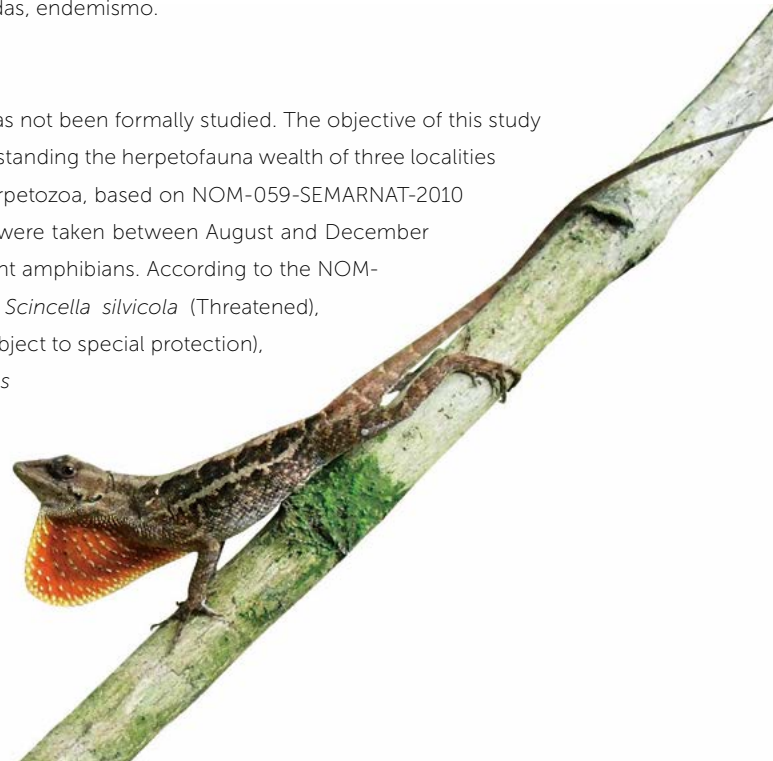
Palabras clave: anfibios, reptiles, protección especial, amenazadas, endemismo.

ABSTRACT

The herpetofauna of Amatlán de los Reyes, Veracruz, México, has not been formally studied. The objective of this study was to perform a herpetological inventory with the aim of understanding the herpetofauna wealth of three localities in this municipality and to define the risk status of registered herpetozoa, based on NOM-059-SEMARNAT-2010 and the Red List of Endangered species of the UICN. Samples were taken between August and December 2012, identifying 21 species of herpetofauna, 13 reptiles and eight amphibians. According to the NOM-059, five species were placed in one of the risk categories: *Scincella silvicola* (Threatened), *Lampropeltis polyzona* (Threatened), *Pseudoeurycea lineola* (Subject to special protection), *Bolitoglossa rufescens* (Subject to special protection) and *Micrurus diastema* (Subject to special protection). Only one species

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio. 2018. pp: 38-44.

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



is cataloged in a category of risk from the Red List of the UICN: *Pseudoeurycea lineola* (Endangered); additionally, 16 more species were considered of lower preoccupation in that list. Some actions are proposed to contribute to the conservation of herpetofauna and their habitats in the study area. This study contributes to the understanding of herpetofauna wealth of Amatlán de los Reyes and to the scientific knowledge of the Atoyac River High Basin Natural Ecological Reserve, for its use in the elaboration of the Conservation and Management Program of the Natural Protected Area.

Keywords: amphibians, reptiles, special protection, threatened, endemism.

INTRODUCCIÓN

México se ubica entre los cinco primeros países llamados “megadiversos”, que albergan entre 60 y 70% de la diversidad biológica conocida del planeta (Conabio, 2006), ya que posee 545 mamíferos (Ramírez-Pulido *et al.*, 2014), entre 1,123 y 1,150 aves (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014), 864 reptiles (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014) y 376 anfibios (Parra-Olea *et al.*, 2014). Debido a que en México existe una gran variación climática, una compleja topografía y una estratégica posición geográfica, convergen dos regiones biogeográficas: Neártica y Neotropical, uniéndose de esta manera especies de afinidad boreal (del norte de América) y de afinidad tropical (de centro y Sudamérica), lo cual le permite contar con una biodiversidad importante del mundo (Aldrich *et al.*, 2000). El estado de Veracruz, México, ubicado en la región Neotropical, sobresale por su diversidad de herpetozoos, con 103 especies de anfibios y 245 reptiles (Morales *et al.*, 2011), la mayoría de ellos endémicos al estado (Smith y Smith, 1976a y b). Veracruz se localiza al oriente de la República Mexicana, ocupando un área de 71,699 km². La región conocida como Las Altas Montañas, ubicada en la porción central del estado, posee una gran diversidad herpetofaunística, integrada por aproximadamente 203 especies (Cerón de la Luz *et al.*, en preparación). Para el Parque Nacional Cañón del Río Blanco, inmerso en la región de las Altas Montañas, Canfield-Limón (2009) reporta 147 especies de anfibios y reptiles. En el municipio de Ixtaczoquitlán se registran 30 especies (Palma *et al.*, 1996) y en Córdoba se reportan 94 especies de herpetozoos (Rojas, 1995; Vázquez,

2006; Almaraz y Canfield, 2008). Para el municipio de Amatlán de los Reyes, donde se ubican los tres sitios de este estudio, no se cuenta con referencias bibliográficas, reportes o estudios de campo sobre la riqueza herpetofaunística, por lo que resulta necesario generar el conocimiento sobre la distribución de anfibios y reptiles en el municipio.

En Amatlán de Los Reyes, Veracruz, se han establecido recientemente operadoras de ecoturismo entre remanentes de la vegetación original, convirtiéndose en una fuente de ingresos económicos para las familias de comunidades rurales. Sin embargo, a la fecha no se cuenta con el conocimiento científico sobre la diversidad de especies de flora y fauna de esta región y particularmente de herpetozoos, los cuales podrían fungir como un atractivo turístico para cada sitio y de esta manera aprovechar la biodiversidad en forma sostenible. Con estos antecedentes, el objetivo fue inventariar los anfibios y reptiles de tres sitios con actividades turísticas del municipio de Amatlán de Los Reyes, Veracruz, México, con el fin de conocer la riqueza de especies e identificar a las especies en algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2010) y la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2017).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en tres sitios. El primero fue el Centro Ecoturístico Playa la Junta (CEPJ) (18° 55' 02" N y 96° 49' 42" O, y una altitud de 555 m). El segundo sitio fue el Rancho El Anheló (RA) (18° 55' 03" N y 96° 49' 39" O, a una altitud de 560 m). En estos dos primeros sitios domina la Selva Mediana Subperennifolia, cuyas especies representativas son: *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (palo mulato), *Cedrela odorata* L. (cedro), *Cordia alliodora* (Ruiz et Pav.) Oken (xochicuahuitl), *Cupania dentata* DC. (quebrahacha), *Inga vera* Willd. (vainillo), *Croton draco* Schltdl. et Cham. (sangregado), *Lonchocarpus guatemalensis* Benth. (frijolillo), *Robinsonella mirandae* Gómez Pompa (manzanillo), *Lysiloma acapulcense* (Kunth) Benth. (tepehuaje), *Trichospermum mexicanum* (DC.) Baill. (coyolillo), *Cecropia obtusifolia* Bertol. (guarumbo), *Spondias mombin* L. (jobo) y diversas especies de *Ficus* (amates y matapalos), además de que al lado del río Atoyac prosperan diferentes especies riparias, tales como *Syzygium jambos* (L.) Alston (pomarrosa), *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. et Planch. (palo de agua) y *Salix humboldtiana* Willd. (sauce), entre otros.

El tercer sitio fue el Campus Córdoba del Colegio de Postgraduados (CPCC) (18° 51' 20" N y 96° 51' 38" O, a una altitud de 640 m), caracterizado por vegetación secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia y donde se realizan actividades agropecuarias, tales como cultivos de caña de azúcar (*Saccharum* spp.), café (*Coffea arabica* L.) bajo sistema de sombra y plantas ornamentales y donde se pueden encontrar diferentes árboles, tanto nativos como introducidos, tales como *Ficus aurea* Nutt. (amate), *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. (cocuite), *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (palo mulato), *Psidium guajava* L. (guayaba), *Cedrela odorata* L. (cedro), *Cinnamomum zeylanicum* Blume (canela), *Pimenta dioica* (L.) Merr. (pimienta), *Anacardium occidentale* L. (nuez de la India), *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh. (fresno), *Mangifera indica* L. (mango), *Melia azedarach* L. (paraíso), *Spathodea campanulata* P. Beauv. (tulipán de la India), *Gmelina arborea* Roxb. ex Sm. (melina) y *Averrhoa carambola* L. (carambola), entre varios más. Todos los sitios de estudio están ubicados en el municipio de Amatlán de los Reyes, Veracruz, en la región conocida como Las Altas Montañas de Veracruz (Figura 1).

Durante agosto a diciembre de 2012, se realizaron salidas de campo mensuales de tres días de duración a cada sitio de muestreo. En cada salida, se llevaron a cabo recorridos a través de transectos establecidos con anterioridad, tanto diurnos como nocturnos, con el fin de abarcar los periodos de actividad de los organismos (Manzanilla y Pefaur, 2000), en donde se capturaron ejemplares de anfibios y reptiles con técnicas convencionales (Casas-Andreu et al., 1991); en todos los casos, los anfibios fueron captura-

dos de forma manual y con el apoyo de redes; en el caso de reptiles se usaron ganchos herpetológicos para el manejo de serpientes y ligas para lagartijas. Para complementar el registro de herpetozoos, se consideraron ejemplares atropellados y otros ejemplares encontrados muertos sin conocer la razón de la muerte, así como también los proporcionados por los habitantes de las comunidades donde se realizó el muestreo. Los ejemplares se identificaron *in situ* con claves especializadas, tales como las de Smith y Taylor (1966), Casas-Andreu (1987) y Behler y King (2002); los ejemplares capturados también fueron fotografiados y posteriormente se liberaron en el mismo sitio de su captura, tomando la georreferencia del lugar de registro, con el apoyo de un sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés) marca Garmin eTrex 20.

La nomenclatura científica de las especies registradas siguió las clasificaciones de The Reptile Database (Uetz y Hosek, 2016) para el caso de los reptiles y Amphibians Species of the World (Frost, 2017), para el caso de los anfibios. Respecto a los nombres comunes, se siguió la propuesta de Conabio, en su portal Enciclovida (Conabio, 2017). El estatus de riesgo de las especies registradas fue cotejado con dos documentos que consideran riesgos de extinción nacional e internacional: la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2010) y la

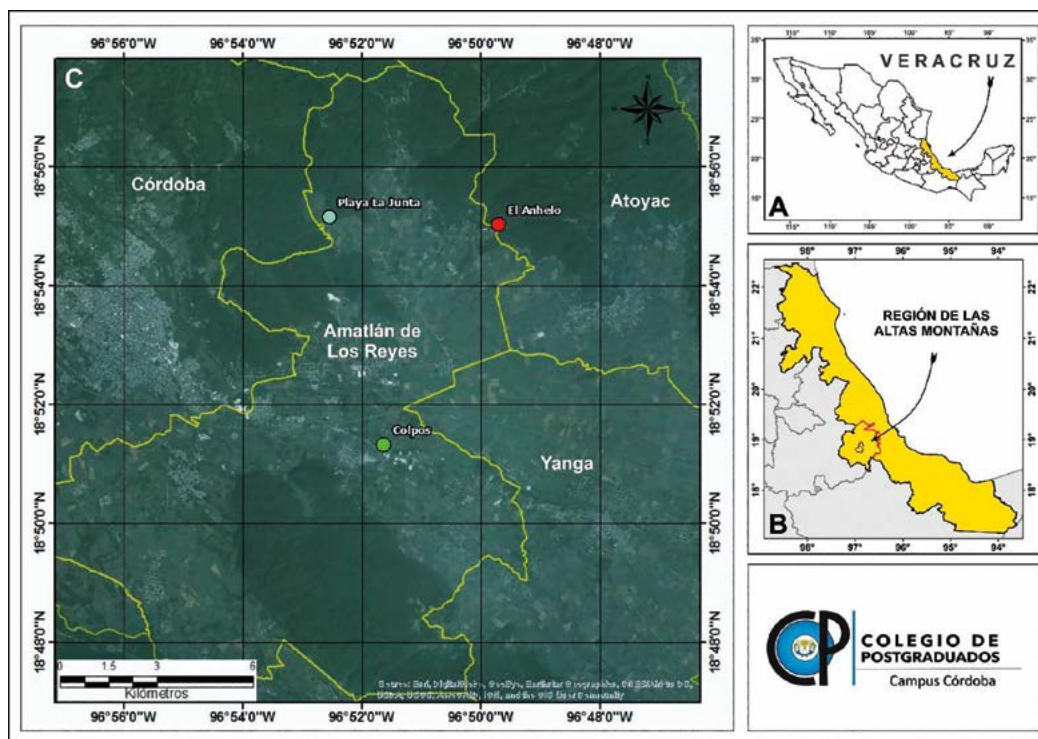


Figura 1. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo. A: Ubicación del estado de Veracruz con respecto al país, B: Ubicación de la región de las Altas Montañas (en línea roja) y del municipio de Amatlán de los Reyes (en línea azul) y C: Localidades de muestreo de herpetofauna, en sitios con actividades ecoturísticas, en el municipio de Amatlán de Los Reyes, Veracruz, México.

Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza-IUCN, por sus siglas en inglés (IUCN, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró un total de 21 especies, de las cuales ocho fueron anfibios (dos salamandras, un sapo y cinco ranas) y 13 reptiles (seis lagartijas y siete serpientes) (Figura 2 y 3) (Cuadro 1).

Respecto a las especies bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, hay cinco especies bajo alguna categoría: tres especies se encuentran bajo la categoría de Sujeta a protección especial (PR): *Bolitoglossa rufescens*, *Pseudoeurycea lineola* y *Micrurus diastema* (Figura 3) y dos especies están consideradas dentro de la categoría de Amenazadas (A): *Scincella silvicola* y *Lampropeltis polizona* (Figura 3). En cuanto a las especies incluidas en la Lista Roja de especies amenazadas de la IUCN, una se encuentra bajo la categoría de En peligro (EN): *Pseudoeurycea*



Figura 2. A) Abaniquillo escamoso mayor (*Anolis tropidonotus*), B) Lagartija espinosa panza rosada (*Sceloporus variabilis*, Macho) y C) Lagartija espinosa panza rosada (*Sceloporus variabilis*, hembra). Fotografías: N. M. Cerón de la Luz.



Figura 3. A) Serpiente coralillo del sureste (*Micrurus diastema*). B) Falsa coralillo (*Lampropeltis polyzona*) Fotografías: H. Flores-Méndez y A. Kelly-Hernández, respectivamente.

lineola y 16 bajo la categoría Preocupación menor (LC); es importante hacer notar que esta categoría no implica un estatus de riesgo, únicamente indica que estas especies han sido evaluadas y que no reúnen condiciones para ser incluidas en alguna otra categoría de riesgo. El resto de las especies (4) no han sido evaluadas por la IUCN.

Cinco especies están consideradas como endémicas de México: *Pseudoeurycea lineola*, *Micrurus diastema*, *Scincella silvicola*, *Drymarchon melanurus orizabensis* y *Drymobius margaritiferus margaritiferus*, de las cuales, tres están consideradas como endémicas de Veracruz (de dos sólo las subespecies se consideran endémicas a Veracruz): *Pseudoeurycea lineola*, *Drymarchon melanurus orizabensis* y *Drymobius margaritiferus margaritiferus*. Si se analizan los estudios de Vásquez (2006) y Almaraz y Canfield (2008), en donde reportan 36 especies (16 anfibios y 20 reptiles) y 94 (33 anfibios y 61 reptiles) respectivamente, para el municipio de Córdoba, Veracruz, que se localiza al oeste de Amatlán de los Reyes y que posee clima y vegetación similar, se puede inferir que la riqueza de herpetozos en los sitios de estudio es parte de la diversidad compartida (diversidad β) en

Cuadro 1. Especies de herpetofauna registradas en tres localidades del municipio de Amatlán de Los Reyes, Veracruz. Distribución en el área de estudio: CEPJ: Centro Ecoturístico Playa La Junta; RA: Rancho El Anhelito y CP: Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección especial (Pr), Amenazada (A). Lista Roja de la IUCN: En Peligro (EN), Preocupación menor (LC). Las especies marcadas con asterisco (*), son especies endémicas de México y con dos asteriscos (**), son especies endémicas de Veracruz. Las especies marcadas con una i (i) son especies introducidas (no nativas de México).

Especie	Nombre común	Estatus de riesgo	PJ	RA	CP
Clase Amphibia					
Orden Caudata					
Familia Plethodontidae					
<i>Bolitoglossa rufescens</i> (Cope, 1869)	Salamandra lengua de hongo rojiza	Pr, LC		X	
<i>Pseudoeurycea lineola</i> (Cope, 1865) **	Tlaconete cola larga	Pr, EN	X		
Orden Anura					
Familia Bufonidae					
<i>Incilius valliceps</i> (Wiegmann, 1833)	Sapo costero	LC	X	X	X
Familia Hylidae					
<i>Anotheca spinosa</i> (Steindachner, 1864)	Rana de árbol coronada	LC	X		
<i>Smilisca baudinii</i> (Duméril and Bibron, 1841)	Rana de árbol mexicana	LC	X	X	X
Familia Leptodactylidae					
<i>Leptodactylus fragilis</i> (Brocchi, 1877)	Rana de bigotes	LC	X	X	
<i>Leptodactylus melanonotus</i> (Hallowell, 1861)	Ranita hojarasca	LC	X		
Familia Ranidae					
<i>Lithobates vaillanti</i> (Brocchi, 1877)	Rana verde	LC	X	X	
Clase Reptilia					
Orden Squamata					
Familia Corytophanidae					
<i>Basiliscus vittatus</i> Wiegmann, 1828	Toloque rayado	LC	X	X	X
Familia Gekkonidae					
<i>Hemidactylus frenatus</i> Schlegel in Duméril and Bibron, 1836 ⁱ	Besucona	LC	X	X	X
Familia Phrynosomatidae					
<i>Sceloporus variabilis</i> Wiegmann, 1834	Lagartija espinosa panza rosada	LC	X	X	X
Familia Dactyloidae					
<i>Anolis tropidonotus</i> Peters, 1863	Abaniquillo escamoso mayor		X	X	X
<i>Anolis uniformis</i> Cope, 1885	Anolis escamoso menor			X	
Familia Scincidae					
<i>Scincella silvicola</i> (Taylor, 1937) *	Eslicón de la Sierra Madre Oriental	A, LC			X
Familia Colubridae					
<i>Drymarchon melanurus orizabensis</i> (Dugès, 1905) **	Culebra arroyera de cola negra	LC			X
<i>Drymobius margaritiferus margaritiferus</i> (Schlegel, 1837) **	Culebra corredora de Petatillos	LC	X	X	X
<i>Lampropeltis polyzona</i> Cope, 1860 *	Falsa coralillo	A			X
<i>Ninia sebae</i> (Duméril, Bibron and Duméril, 1854)	Culebra de cafetal espalda roja	LC		X	
<i>Tropidodipsas sartorii</i> Cope, 1863	Culebra caracolera de oriente	LC		X	
Familia Elapidae					
<i>Micrurus diastema</i> (Duméril, Bibron and Duméril, 1854) *	Serpiente coralillo del sureste	Pr, LC			X
Familia Viperidae					
<i>Bothrops asper</i> (Garman, 1883)	Terciopelo		X		

la región y que aún falta estudiar más a fondo la totalidad del municipio, para conocer a ciencia cierta su riqueza de herpetofauna. Es importante mencionar que una de las tres localidades sujetas a estudio (Playa La Junta), está incluida en el Área Natural Protegida de interés federal denominada Reserva Ecológica Natural Cuenca Alta del Río Atoyac, bajo la categoría de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (CONANP, 2017), lo cual le debería conferir un nivel de protección importante a las poblaciones de anfibios y reptiles del área de estudio. No obstante, con el fin de brindar una mayor protección a las poblaciones silvestres de los anfibios y reptiles del municipio de Amatlán de los Reyes, es recomendable que se lleven a cabo acciones de educación ambiental en las comunidades rurales que conviven directamente con las poblaciones herpetofaunísticas, las cuales consideran a varias de las especies de anfibios y reptiles como venenosas, algunas de ellas de manera errónea y por consiguiente son sacrificadas. Por otro lado, también resulta importante el llevar a cabo otra acción de conservación y aprovechamiento sustentable, tal como establecimiento de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) extensivas, principalmente en las zonas donde se localizaron las especies bajo alguna categoría de riesgo, con la finalidad de proteger su hábitat, pero sobre todo, que las comunidades rurales dueñas de los terrenos donde habitan estas especies, puedan darle un valor agregado a la conservación de la naturaleza y puedan tener una alternativa económica y darse cuenta que se puede aprovechar la naturaleza sin terminar con ella. Por último, otra acción importante de conservación en el área de estudio es la promoción de los cultivos ecológicos, como es el café bajo sombra, el cual brinda micro hábitats importantes para anfibios y reptiles (González-Romero y Murrieta-Galindo, 2008).



Figura 4. Rana de árbol mexicana (*Smilisca baudinii*).
Fotografía: N. M. Cerón de la Luz.

de En Peligro. Adicionalmente, se registraron cinco especies endémicas de México, incluidas una especie y dos subespecies consideradas como endémicas de Veracruz. Este trabajo contribuye al conocimiento de la riqueza herpetofaunística del municipio de Amatlán de los Reyes y al conocimiento científico de la Reserva Ecológica Natural Cuenca Alta del Río Atoyac, para su uso en la elaboración

del Programa de Conservación y Manejo de dicha Área Natural Protegida.

AGRADECIMIENTOS

A la LPI 4 Agronegocios, Agroecoturismo y Arquitectura del Paisaje, a Enrique Espinoza Jiménez y Hugo Colín, por el apoyo para realizar este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Aldrich M., Bubb P., Hostettler S., Van de Wiel H. 2000. Tropical Montane Cloud forest: Time for Action. *Arborvitae* 72, WWF International y IUCN. Gland y Cambridge, Suiza y Reino Unido. 29 p.
- Almaraz-Vidal D., Canfield-Limón R. 2008. Lista actualizada de los anfibios y reptiles de Córdoba, Veracruz. *Memorias X Reunión Nacional de Herpetología*. México. 98 p.
- Behler J.L., King F.W. 2002. *The Audubon Society Field Guides to North American Reptiles and Amphibians*. Chanticleer Press, Inc. Nueva York.
- Canfield-Limón R. 2009. Datos ecológicos de la herpetofauna del Parque Nacional "Cañón de Río Blanco" Veracruz. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Zona Orizaba-Córdoba, Universidad Veracruzana, Córdoba, Veracruz.
- Casas-Andreu G., McCoy C.J. 1987. Anfibios y reptiles de México, claves ilustradas para su identificación. Editorial Limusa. México.
- Casas-Andreu G., Valenzuela-López G., Ramírez-Bautista A. 1991. *Cómo hacer una colección de Anfibios y Reptiles*. Cuaderno No. 10, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cerón de la Luz N. M., Alcántara-Salinas G., Rivera-Hernández J. E., Méndez de la Cruz F., Pérez-Sato J. A., Peña-Ramírez J. R., Arias S., Román-Hernández D. En preparación. *Anfibios y Reptiles de la región de las Altas Montañas de Veracruz: Distribución y Endemismos*.
- Conabio. 2006. *Capital natural y bienestar social*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 71 p.
- Conabio. 2017. *Enciclovida* (en línea). Consultado el 14 de septiembre de 2017. Disponible en: www.enciclovida.mx/.
- CONANP. 2017. *Listado de áreas destinadas voluntariamente a la conservación*. Comisión Nacional de Áreas Naturales

CONCLUSIÓN

Se registraron 21 especies de herpetozoos para el área de estudio, de las cuales, cinco se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010: tres bajo la categoría Sujeta a protección especial y dos Amenazadas y dentro de la IUCN resalta una especie bajo la categoría

- Protegidas. (En línea). Consultada en octubre de 2017. Disponible en: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/listado_areas.php
- Flores-Villela O., García-Vázquez U.O. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S467-S475. México.
- Frost D.R. 2017. *Amphibian Species of the World: An Online Reference*. Version 6.0. American Museum of Natural History, New York, USA. Consultada en septiembre 2017. Base de datos electrónica, disponible en: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.
- González-Romero A., Murrieta-Galindo R. 2008. Capítulo 10. Anfibios y Reptiles. P.p. 135-147. En: Manson R. H., Hernández-Ortiz V., Gallina S., Mehltreter K. (Eds.) *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad, manejo y conservación*. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto de Ecología (INE-SEMARNAT).
- International Union for Conservation of Nature. 2017. *IUCN Red List of Threatened Species*. Versión 2017.1. Consultado el 05/09/17. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org>.
- Manzanilla J., Pefaur J.E. 2000. Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. *Rev. Ecol. Lat. Am.* 3: 17-30.
- Morales-Mávil J.E., Guzmán-Guzmán S., Canseco-Márquez L., Pérez-Higareda G., González-Romero A., Vogt R. C. 2011. Reptiles: diversidad y conservación. Pp. 531-543. En: A. Cruz A. (Coord.). *La Biodiversidad de Veracruz: Estudio de Estado. Volumen II*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana e Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- Navarro-Sigüenza A.G., Rébon-Gallardo M. F., Gordillo-Martínez A., Peterson A.T., Berlanga-García H., Sánchez-González L.A. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S476-S495.
- Palma M., Barradas M. I., García A. 1996. Contribución a algunos aspectos ecológicos de la herpetofauna del municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. Córdoba, Veracruz, México.
- Parra-Olea G., Flores-Villela O., Mendoza-Almeralla C. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S460-S466. México.
- Rojas-Márquez S. R. 1995. *Herpetofauna del cerro Matlaquiahuitl, municipio de Córdoba, Veracruz, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Zona Orizaba-Córdoba, Universidad Veracruzana. Córdoba, Veracruz, México.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. Jueves 30 de diciembre de 2010. Segunda Sección. Pp. 1-77.
- Smith H. M., Taylor E. H. 1966. *Herpetology of Mexico: Annotated checklist and keys to the amphibians and reptiles*. A reprint of Bulletin 187, 194 y 199 of the U.S. Nat. Hist. with a list of subsequent taxonomic innovations. Eric Lundberg. Ashton Maryland. 429 p.
- Smith H.M., Smith R.B. 1976a. *Synopsis of the herpetofauna of Mexico. Vol. III, Source analysis and index for Mexican reptiles*. Johnson, North Bennington, Vermont. 997 p.
- Smith H. M., Smith R. B. 1976b. *Synopsis of the herpetofauna of Mexico. Vol. IV, Source analysis and index for Mexican amphibians*. Johnson, North Bennington, Vermont. 260 p.
- Uetz P., J. Hosek. 2016. *The reptile database eds*. (En línea) Consultado en septiembre de 2017. Disponible en: <http://www.reptile-database.org>.
- Vásquez-Cisneros N.R. 2006. *Comparación herpetofaunística de dos áreas de perturbación en el municipio de Córdoba, Ver.* Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. Córdoba, Veracruz, México.



PERCEPCIÓN, CONOCIMIENTO POPULAR Y APROVECHAMIENTO HACIA EL COCODRILO DE PANTANO (*Crocodylus moreletii* Duméril & Bibron) POR POBLADORES DEL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE, MÉXICO

PERCEPTION, POPULAR KNOWLEDGE AND EXPLOITATION OF THE WETLAND CROCODILE (*Crocodylus moreletii* Duméril & Bibron) FOR INHABITANTS OF THE FLORA AND FAUNA PROTECTION AREA OF LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE, MÉXICO

Rodas-Trejo, J.¹, Ocampo-González, P.^{1*}, Hernández-Nava, J.², Mandujano-Camacho, H.³,
Coutiño-Hernández, P.R.¹, Orantes-Zebadua, M.A.¹.

¹Universidad Autónoma de Chiapas - Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa, Carretera Chicoasén-Malpasó, km 24+300, Código postal 29625, Copainalá, Chiapas, México. ²Av. Adolfo López Mateos s/n Esq. Héroes del 21 de abril, Prolongación Playa Norte, C.P. 24140, Ciudad del Carmen, Campeche. ³Universidad Autónoma de Chiapas - Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Carretera Tuxtla-Ejido E. Zapata km 8.5, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia: p_ocampo34@yahoo.com.mx

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue conocer el aprovechamiento, conocimiento popular y la percepción que pobladores de tres comunidades del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT) en Campeche, México, tienen hacia el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii* Duméril & Bibron). Los datos fueron recolectados mediante 54 entrevistas semi-estructuradas a informantes clave y a través de la discusión en nueve en grupos focales. Se reconocen cinco usos hacia el cocodrilo de pantano: medicinal, alimento, fotografía, artesanal y uso de la piel. Es muy común en la población el uso de la grasa para tratar enfermedades respiratorias y fortalecer el sistema inmunológico en niños. Se menciona que la comercialización principalmente de la piel ha disminuido por la vigilancia y prohibición de las autoridades, percibiendo aumento de las poblaciones de *C. moreletii*. Se recomienda establecer propuestas de manejo sustentable en vida libre o cautiverio que puedan generar un beneficio económico a las comunidades.

Palabras clave: Consumo, cocodrilos, pantano, usos.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio. 2018, pp: 45-50.

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



ABSTRACT

The objective of this study was to understand the exploitation, popular knowledge and perception that inhabitants from three communities in the Flora and Fauna Protection Area of Laguna de Términos (APFFLT, for its initials in Spanish) in Campeche, México, have towards the wetland crocodile (*Crocodylus moreletii* Duméril & Bibron). The data were collected through 54 semi-structured interviews with key informants and through the discussion in nine focal groups. Five uses of the wetland crocodile are recognized: medicinal, food, photograph, artisanal and leather. The use of the fat to treat respiratory diseases and to strengthen the immunological system in children is very common in the population. It is mentioned that the commercialization mainly of the skin has decreased due to the vigilance and prohibition by the authorities, with an increase perceived of the populations of *C. moreletii*. It is recommended to establish sustainable management proposals in freedom or captivity living conditions that can generate an economic benefit to the communities.

Keywords: Consumption, crocodiles, wetland, uses.

INTRODUCCIÓN

Desde inicios de la civilización, la fauna ha constituido un recurso importante para las poblaciones humanas (Rodas *et al.*, 2016), su aprovechamiento y valoración ha estado ligado a aquellas que representan un recurso alimenticio, económico, medicinal, religioso; formando parte de la cultura (Barrera y Toledo, 2005; Velarde, 2012). La percepción es entendida como la situación histórico-social de un individuo y comprende la identificación, interpretación, adquisición y organización de las sensaciones del entorno que rodea al sujeto, involucrando información sensitiva, cultural, preferencias y experiencias que determina su conducta, atribuyendo características cualitativas a los objetos o circunstancias (Vargas, 1994; Durand, 2008). Las características físicas, la utilidad, la rareza y el comportamiento de las especies son atributos que causan influencia sobre la opinión y las actitudes que las personas tienen hacia ellas (Campos *et al.*, 2013), por lo que especies que se perciben como amenaza, pueden ser cazadas para ser eliminadas del medio; caso contrario, especies que son apreciadas por valor cultural o económico son valoradas y conservadas.

En algunos lugares se tiene una percepción negativa hacia los cocodrilos ya que se considera como especie peligrosa debido a ataques a personas y ganado (Grajales, 2013; Peña-Mondragón *et al.*, 2013), además es dañina por competencia alimentaria (pesca y fauna doméstica) y espacial (hábitat) (Balaguera-Reina y González-Maya, 2010). Por otro lado, han sido parte fundamental de las creencias, mitos y cosmogonías de distintos grupos indígenas (García-Grajales y Buenrostro, 2015) y apreciados por el valor económico que representa principalmente por la comercialización de la piel y en épocas recientes por el ecoturismo (Balaguera-Reina y González-Maya, 2010). En México se han realizado diferentes trabajos para conocer la percepción social, conflictos humano-cocodrilo, conocimiento ecológico y usos que po-

blaciones humanas hacen sobre los cocodrilos (Thorbjarnarson, 1999; Padilla y Perera-Trejo, 2010; Cedillo-Leal *et al.*, 2011; Peña-Mondragón *et al.*, 2013; García-Grajales y Buenrostro, 2015), generando información que ha resultado crucial a la hora de tomar decisiones de conservación y manejo de los cocodrilos y su hábitat (Campos *et al.* 2013). El Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT) en Campeche, México representa uno de los principales sitios de refugio, reproducción y alimentación del cocodrilo de pantano en México; sin embargo, se desconoce su relación con pobladores locales por lo cual, el objetivo del presente trabajo fue conocer el aprovechamiento, conocimiento popular y percepción que pobladores de tres comunidades inmersas en la reserva, tienen hacia el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii* Duméril & Bibron) con la finalidad de generar información base que sirva para planificar estrategias de conservación de la especie en el área.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se desarrolló en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT) en la región suroeste de Campeche, México, en las comunidades de Palizada municipio del mismo nombre; Santa Rita Aguacatal e I. Zaragoza municipio de El Carmen. Las comunidades se seleccionaron por ubicarse en la zona más conservadas, poseen cuerpos de agua y es hábitat del cocodrilo de pantano. Las tres comunidades se caracterizan por tener elevados índices de marginación social, se dedican a la pesca, ganadería bovina y agricultura de maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (INEGI, 2015). El APFFLT cuenta con una superficie

de 706,016 ha y su altitud va de 0 a 100 m. Cuenta con importantes sistemas fluvio-lagunares y es considerado uno de los humedales más importantes de Mesoamérica. Los tipos de ecosistemas que presenta son: Selvas altas y medianas, praderas de pastos sumergidos, manglar, tular y vegetación riparia (INE, 1999).

Obtención de datos etnozoológicos

Los datos fueron recolectados de septiembre a diciembre de 2016, mediante entrevistas semi-estructuradas a informantes clave (Peña-Mondragón *et al.*, 2013; Albuquerque *et al.*, 2014) y a través de la discusión en grupos focales (Ebifa-Othieno *et al.*, 2017), respetando la identidad cultural local, y estableciendo una relación de confianza entre el investigador y los informantes. Se seleccionaron a personas que fueran mayores de edad, que tuvieran mínimo quince años viviendo en las comunidades y que se dedicaran a la pesca. Únicamente se tomó en cuenta a un miembro de cada familia. La entrevista consistió en conversaciones utilizando preguntas abiertas (Mayan, 2001). Los informantes clave se seleccionaron a través de la técnica de bola de nieve (Bernard, 1996), en el cual se identifican a los individuos que poseen la información sobre el tema (pescadores, habitantes de márgenes del río). Cada entrevista se aplicó en forma de plática, de tal manera que las personas pudieran sentirse en confianza para responder. La discusión por grupos focales consistió en reunir entre cuatro a siete personas en un espacio de uso común en cada comunidad. La técnica consistió en realizar dos preguntas "generadoras" que fueron: ¿conocen al cocodrilo?, ¿qué piensan cuando ven un cocodrilo? que permitió abrir la discusión entre los participantes. Se fomentó que todos los asistentes participaran de manera equitativa, sin que influyeran en las opiniones individuales, buscando facilitar la concentración y el entendimiento de las ideas. Antes de recabar la información, se obtuvo el consentimiento informado por parte de los pobladores y autoridades locales de las tres comunidades. La información obtenida se organizó por tema, que fueron: características de la especie (morfológicas, etológicas), conocimiento ecológico, frecuencia de observación, descripción de usos, métodos y cacería, comercialización, conflictos con humanos, amenazas que representa y percepción sobre su conservación. Las respuestas se compilaron por tema y agrupando las tres comunidades, considerando que las características de los participantes son similares. La información se analizó utilizando métodos cualitativos, análisis de temas y análisis de contenido (Mayan, 2001; Taylor-Powell, 2003). Los datos cuantitativos se procesa-

ron utilizando el programa Excel de Microsoft Office®; se analizaron y expresaron utilizando estadísticas descriptivas (frecuencias y porcentajes).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron 54 entrevistas y nueve discusiones en grupos focales a los cuales asistieron 56 personas, habitantes y nativos de las tres comunidades. La edad promedio general de los participantes fue de 35 años. El total de los entrevistados se dedican a alguna actividad en el sector agropecuario, pescador (48%) y agricultor (39%). Lo anterior denotó que las personas entrevistadas tienen contacto y conocimiento sobre la vida silvestre local debido a que realizan sus actividades en el ambiente natural, lo que da certidumbre a los datos recabados.

Conocimiento popular sobre cocodrilo de pantano

El total de los participantes conocen al cocodrilo de pantano y han interactuado de alguna forma al observarlo cuando van a pescar (42.59%) o al cazarlo, comido o capturarlo vivo (48.14%). Los nombres comunes como conocen a *C. moreletii* son: "cocodrilo de pantano", "lagarto", incluyendo los adjetivos "de pantano", "negro", "amarillo", "de río" o "moreleti". En las características principales mencionan: color negro (40.74%), amarillo (16.6%), grandes (9.25%), agresivo, piel escamosa y presencia de quillas (5.55%). Consideran que es un animal muy resistente que no se enferma, son territoriales y peligrosos si los ataca. Reconocen que, a pesar de ser considerados peligrosos, solo se tiene un reporte de ataque hacia un niño que se encontraba a la orilla del río hace diez años, situación que no se ha vuelto a presentar. Los hábitos alimenticios mencionados fueron peces (88.88%), aves (25.92%), mamíferos (5.55%); reptiles (3.70%); carroña (5.55%) y plantas (3.70%). Dieta similar fue reportada por Casas-Andreu y Barrios (2003) que encontraron en cocodrilos de río (*C. acutus*) en ambientes costeros, pelo de mamíferos (51.78%), plumas (32.14%); peces y reptiles (30.35%), crustáceos (26.78%), insectos (12.50%) y semillas (21.42%).

Las personas mencionaron tallas desde 30 cm hasta 12 m, las medidas más frecuentes fueron de uno a cuatro metros (46.29%). En muestreos poblacionales realizados en el área, el mayor número de individuos registrados en las tres comunidades fueron adultos y sub adultos (Rodas-Trejo *et al.*, datos por publicar), esto se puede deber al comportamiento de los cocodrilos ya que animales de menor talla pudieran encontrarse agrupados en la vegetación que les ofrece protección y zonas de

alimentación, por lo que pueden ser observados con menor frecuencia. Los lugares en donde mencionan encontrarlos son el río (44.44%), laguna costera (42.49%) y el pantano (14.81%). Otros lugares mencionados en menor proporción fueron jagüeyes, arroyos y en campo abierto. Las personas mencionan que es raro encontrar nidos, de las crías que nacen solo la mitad sobreviven y que en ocasiones han observado como las madres transportan a las crías hacia el agua.

Uso y aprovechamiento del cocodrilo de pantano

El número de usos reconocidos por los entrevistados para el cocodrilo de pantano fue de cinco: medicinal, alimento, fotografía, artesanal y uso de la piel (Figura 1), sobresaliendo los usos medicinales y como alimento. Estos datos indican la importancia que tiene el cocodrilo para la población local ya que cubren parte de sus necesidades primordiales que de otra forma debido a su condición económica no sería posible. En general, el uso de las diferentes especies de cocodrilo como proteína animal ha sido ampliamente reconocida en el mundo (Cooke, 1981; Klemens y Thorbjarnarson, 1995; Balaguera-Reina y González-Maya, 2010; Castro et al., 2013).

El 35.18% de los entrevistados reconocieron haber capturado algún cocodrilo, que han utilizado como alimento o para comercializar localmente la carne o piel. Una práctica común es la captura de ejemplares en etapa juvenil para ser llevados a jagüeyes debido a que los cocodrilos hacen cavernas y permiten

que el agua se mantenga todo el año. Las técnicas de cacería que utilizan son: pesca con arpones, anzuelos y/o carnada, mediante redes de pesca y trampas, en tanto que las áreas donde son cazados son en las lagunas costeras, río, arroyo y pantano. Veintidós personas mencionaron que consumen regularmente la carne de cocodrilo, principalmente la cola. La forma en como cocinan la carne es frita (31.48%) y asada (24.07%), aunque también la preparan guisada, escabeche, tamales y embutidos.

Uso medicinal

El total de los entrevistados mencionaron que el cocodrilo de pantano tiene propiedades curativas. La parte más utilizada es la grasa para curar enfermedades respiratorias como el asma, neumonía y tos crónica. Para prepararla la fríen guardándola en un frasco para cuando alguien se enferma. La dosis empleada es una cucharada cada dos días hasta que la persona sana. Todos consideraron que la grasa cura definitivamente el asma, además de dárselo a los niños para fortalecer el aparato res-

piratorio. En cuanto a la carne, mencionaron que sus propiedades son que "quita el mal humor" y "compone la sangre". Diez personas mencionaron que el pene del cocodrilo otorga un mejor desempeño sexual al hombre, lo preparan secándolo y triturándolo sobre comida. El uso de diversas partes de los cocodrilos para tratar enfermedades ha sido muy común desde tiempos remotos, y hasta la actualidad (Cupul-Magaña, 2003); sin embargo, hasta el momento no existen datos científicos que avalen este mito. Recientemente en la costa del estado de Chiapas, México, se documentó la comercialización de sangre de cocodrilo de río (*C. acutus*) y caimán (*Caiman crocodilus fuscus*) para curar diversas enfermedades, tales como diabetes, cáncer y VIH, para lo que existían mataderos clandestinos (Gutiérrez, 2017).

Uso para pieles y artesanías

El 24.07% han utilizado artículos de piel de cocodrilo, como cinturones, bolsas, botas, carteras y pulseras que han sido comprados en ciudades cercanas. Los colmillos de los cocodrilos cazados son utilizados para hacer artesanías, principalmente colgantes ya que consideran se ven bonitos, pero no los venden. Todos los informantes reportaron hace 20 años era común su comercialización principalmente para la venta de la piel, pero es una práctica que ya no se realiza porque es castigada por las autoridades; actualmente únicamente se vende para consumo como alimento y lo máximo que pagan por un cocodrilo adulto de dos metros son \$100 (5 USD) lo que hace que no sea una actividad rentable por el

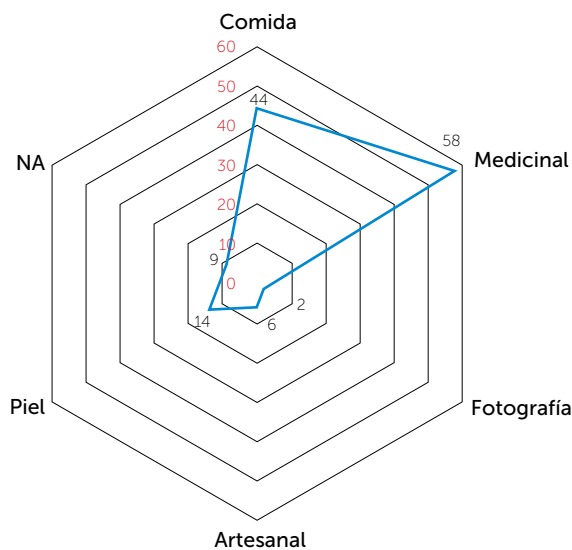


Figura 1. Número de menciones de los informantes de acuerdo a las categorías de uso de cocodrilo moreletti (*Crocodylus moreletii* Duméril & Bibrón).

riesgo y el trabajo que representa cazarlo.

Percepciones respecto a la conservación del cocodrilo de pantano

Las primeras palabras con las que los entrevistados relacionaron al cocodrilo fueron: "miedo", "peligro", "ataque", "cacería", "zapatos", "cinturón", "cartera" y "botas". En cuanto a la percepción que se tiene del número de cocodrilos en la actualidad respecto a hace 10 años, respondieron que ha ido en aumento por la prohibición de su cacería y la vigilancia de las autoridades, por lo que algunas personas (34%) los consideran como "plaga". Esto ha ocasionado que en recientes fechas han encontrado cocodrilos muertos, decapitados y sin aprovechamiento lo que les indica que algunas personas los están matando por "maldad" y para controlar las poblaciones (Figura 2).

El motivo porque los cocodrilos son valorados por la mayoría de los entrevistados (77%) fue porque ayudan en el funcionamiento del ecosistema, equilibran la cadena alimenticia, ayuda a mantener en nivel del agua en lagunas, ríos y son un atractivo para el turismo. Los problemas generales que los entrevistados mencionan que afecta al cocodrilo son: sequía, cacería por "maldad", quema agrícola, sobrepoblación humana y cambio de uso de suelo.

CONCLUSIONES

En general los participantes en esta investigación tienen una amplia relación y conocimiento sobre el cocodrilo de pantano. Si bien, se menciona que la comercialización principalmente de la piel ha disminuido por la vigilancia y prohibición de las autoridades, es muy común su uso como alimento y medicina. La percepción sobre la población de *C. moreletii* es que ha ido en aumento, lo que ha provocado que algunas personas consideren que debe existir un control para evitar conflictos con los humanos, por lo que se han registrado matanzas de adultos. En este sentido, es necesario continuar con la vigilancia y la implementación de un programa de sensibilización



Figura 2. Cocodrilo de pantano (*C. moreletii*) encontrado decapitado en el área de estudio.

para concientizar sobre la importancia de *C. moreletii* en el funcionamiento del ecosistema. Por último, se recomienda contar con un programa de monitoreo en el cual se involucren a pobladores locales, que permita conocer el estado poblacional del cocodrilo de pantano en el APFFLT y a la vez se establezcan propuestas de manejo sustentable en vida libre o cautiverio que pueda generar un beneficio económico a las comunidades.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER-CONANP) por el financiamiento. A Pedro y Gerardo e integrantes de los comités de monitoreo comunitario de Palizada, Aguacatal e I. Zaragoza, Campeche, por su acompañamiento. A los entrevistados y asistentes a los talleres por su confianza.

LITERATURA CITADA

- Albuquerque U. P., Ramos M. A., Lucena, R. F. P., Alencar, N. L. 2014. Methods and techniques used to collect ethnobiological data. In: Albuquerque UP, Cunha LVFC, Lucena RFP, Alves RRN, editors. Methods and techniques in Ethnobiology and Ethnoecology. New York: Springer. 15-37.
- Balaguera R.S.A., González M.J. F. 2010. Percepciones, conocimiento y relaciones entre los Crocodylia y poblaciones humanas en la Vía Parque Isla de Salamanca y su zona de amortiguamiento, Caribe colombiano. Revista Latinoamericana de Conservación. 1: 53-63.
- Barrera B.N., Toledo V. 2005. Ethnoecology of the Yucatec maya: Symbolism, knowledge and management of natural resources. Journal of Latin American Geography 4: 9-41.
- Bernard H.R. 1996. Research methods in anthropology: Qualitative and quantitative approaches. Am J Eval. 17: 91-2.
- Campos C.M., Nates J., Lindemann M.P. 2013. Percepción y conocimiento de la biodiversidad por estudiantes urbanos y rurales de las tierras áridas del centro-oeste de Argentina. Ecología austral. 23(3): 174-183.
- Casas A.G., Barrios G. 2003. Hábitos alimenticios de *Crocodylus acutus* (Reptilia:Crocodylidae) determinados por el análisis de sus excretas en la costa de Jalisco, México. Anales del Instituto de Biología. 74 (1): 35-42.
- Castro A., Merchán M., Garcés R.M., Cárdenas T.M., Gómez V.F. 2013. Uso histórico y actual del caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) en la Orinoquia (Colombia-Venezuela). Biota Colombiana. 14(2): 65-82.
- Cedillo L.C., Martínez G.J.C., Briones E.F., Cienfuegos R.E., García G.J. 2011. Importancia del cocodrilo de pantano (*Crocodylus*

- moreletii*) en los humedales costeros de Tamaulipas, México. Ciencia UAT. 6(1): 18-23.
- Cooke R. 1981. Los hábitos alimentarios de los indígenas precolombinos de Panamá. Revista Médica de Panamá. 6 (1): 65-89.
- Cupul M.F.G. 2003. Cocodrilo: medicina para el alma y el cuerpo. Revista Biomédica. 14: 45-48.
- Ebifa O.E., Mugisha, A., Nyeko, P., Kabasa, J.D. 2017 Knowledge, attitudes and practices in tamarind (*Tamarindus indica* L.) use and conservation in Eastern Uganda Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine 13 (5).
- Grajales J.G. 2013. El conflicto hombre-cocodrilo en México: causas e implicaciones. Interciencia. 38 (12). 881-884.
- García G.J., Buenrostro S.A. 2015. Nota Científica: Apreciación Local acerca del Cocodrilo Americano (*Crocodylus acutus*) en comunidades rurales del Parque Nacional Lagunas de Chacahua, (Oaxaca, México) Etnobiología. 13:(1) 73-80.
- Gutiérrez O. 2017. Matan cocodrilos para "curar" VIH en Chiapas; rescatan a 14. El Universal. En línea. Recuperado de: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2017/03/23/matan-cocodrilos-para-curar-vih-en-chiapas-rescatan-14> [Accessed 7 Feb. 2018].
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 1999. Programa de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna "Laguna de Términos".
- INEGI. 2015. Censo Población y Vivienda. Datos Estatales y Municipales.
- Klemens M., Thorbjarnarson J. 1995. Reptiles as a food resource. Biodiversity and Conservation. 4(3): 281-298.
- Mayan M.J. 2001. Una introducción a los métodos cualitativos, Módulo de entrenamiento para estudiantes y profesionales. Internacional Institute for Qualitative Methodology. Canadá.
- Padilla S.E., Perera T.E. 2010. Anotaciones sobre la percepción del Cocodrilo de Pantano por las comunidades mayas aledañas a la Reserva de la Biosfera Los Petenes Revista Latinoamericana de Conservación. 1 (2): 83-90.
- Peña M.J. L., García, A., Vega R.J.H, Castillo A. 2013. Interacciones y percepciones sociales con cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) en la costa sur de Jalisco, México. Revista de Biodiversidad Neotropical. 3 (1): 37-41.
- Rodas T.J., Estrada A., Rau J., Morales H.M. 2016. Uso local de los mamíferos no voladores entre los habitantes de Metzabok, El Tumbo y Laguna Colorada, Selva Lacandona, México. Revista Etnobiología. 14(1): 39-50.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana. NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, México.
- Thorbjarnarson J. 1999. Crocodile Tears and Skins: International Trade, Economic Constraints and Limits to the Sustainable Use of Crocodilians. Conservation Biology. 13(3): 465-470 DOI: 10.1046/j.1523-1739.1999.00011.x
- Vargas M.L.M. 1994. Sobre el concepto de percepción. Alteridades 4 (8): 47-53.
- Velarde M.T. 2012. Importancia ecológica y cultural de una especie edénica de ajolote (*Ambystoma dumerillii*) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Etnobiología. 10:40-49.



ANÁLISIS DEL CONFLICTO ENTRE LA FAUNA SILVESTRE Y PRODUCTORES RURALES EN DOS COMUNIDADES DE BALANCÁN, TABASCO, MÉXICO

ANALYSIS OF THE CONFLICT BETWEEN WILDLIFE AND RURAL PRODUCERS IN TWO COMMUNITIES OF BALANCÁN, TABASCO, MÉXICO

Rodríguez-Calderón, Y.G.¹, Contreras-Moreno, F.M.^{2*}, Segura-Bertolini, E.C.¹, Bautista-Ramírez, P.¹, Jesús-Espinosa, D.¹

¹Academia de Ingeniería Ambiental, Instituto Tecnológico Superior de Los Ríos, Km 3 carretera Balancán-Villahermosa, Balancán 86930, Tabasco, México. ²Laboratorio de mamíferos terrestres, División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. km. 0.5 carretera Villahermosa-Coatzacoalcos, Villahermosa 86039, Tabasco, México.

*Autor responsable: fernandom28@hotmail.com

RESUMEN

La expansión del ser humano hacia áreas rurales ha incrementado el contacto y eventualmente el conflicto con la fauna silvestre. Este estudio analiza el conflicto entre la fauna silvestre y los productores rurales en dos ejidos del sureste de México. Se realizaron entrevistas a pobladores dedicados a la producción agrícola, ganadera y comercial en los ejidos. Se registró que los terrenos más afectados fueron agrícolas y ganaderos. Las especies con mayor incidencia de conflicto fueron el coyote (*Canis latrans*) y las aves, así como gatos y perros domésticos. Los productores usan agroquímicos para envenenar cebos y así controlar a la fauna plaga. Mientras que otros utilizan la cacería con armas de fuego. Los tipos de conflicto varían desde depredación de animales, hasta la destrucción de los cultivos. Es necesario analizar a detalle la relación que los productores rurales tienen con la fauna silvestre para lograr un mejor aprovechamiento y conservación. Los resultados son las primeras aproximaciones al entendimiento del conflicto fauna-hombre en el oriente de Tabasco, México.

Palabras clave: Conflicto, fauna silvestre, sureste de México, entrevistas, conservación.

ABSTRACT

The expansion of human beings towards rural areas has increased the contact and occasional conflict with wild fauna. This study analyzes the conflict between wild fauna and rural producers in two ejidos of southeastern México. Interviews were carried out with inhabitants devoted to agricultural, livestock and commercial production in the ejidos. It was found that the lands most affected were used for agriculture and livestock production. The species with highest incidence of conflict were the coyote (*Canis latrans*) and the birds, as well as domestic cats and dogs. The producers use agrochemicals to poison baits and thus control the pest fauna, while others use firearm hunting. The types of conflict vary from the depredation of animals, to the destruction of crops. It is necessary to analyze in detail the relationship that rural producers have with wild fauna to achieve better use and conservation. The results are the first approximations to the understanding of the fauna-man conflict in eastern Tabasco, México.

Keywords: Conflict, wild fauna, southeastern México, interviews, conservation.

conflicto entre la fauna silvestre y las personas y la prevención depende de identificar las condiciones que promueven este conflicto (Treves *et al.*, 2004). Es necesario identificar las actividades humanas, atributos y comportamiento de la fauna que incrementan el riesgo de conflicto (Linnell *et al.*, 1999). En el sureste de México los estudios para analizar el conflicto entre la fauna silvestre y los productores agropecuarios son escasos, con principal énfasis en felinos grandes (Zarco-González *et al.*, 2013). El estado de Tabasco, situado en el sureste de México, es un estado que históricamente ha perdido la mayor parte de sus áreas forestales por efecto de la conversión a áreas ganaderas y agrícolas (Tudela, 1989). Sin embargo, aún conserva extensas áreas cubiertas por ecosistemas naturales los cuales permiten la persistencia de numerosas especies de fauna silvestre. Estas condiciones de hábitats heterogéneos redujeron la presencia de muchas especies "especialistas" y propició que algunas otras "generalistas" aumentaran su abundancia y distribución, como el caso del coyote (*Canis latrans*) (Bello, 2004). Los estudios sobre fauna silvestre en el estado de Tabasco son escasos (Hidalgo-Mihart *et al.*, 2016), y más aún en la región oriente del estado, donde las investigaciones se han limitado a entender aspectos ecológicos de mamíferos cinegéticos (Contreras-Moreno *et al.*, 2015a,b). Este estudio se realizó en dos comunidades del oriente de Tabasco con el fin de documentar la relación entre la fauna silvestre y los productores agropecuarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en dos ejidos del oriente del estado de Tabasco, México, El Pípila y

INTRODUCCIÓN

El incremento en las actividades humanas que se realizan en el campo (ganadería, agricultura, forestería) permite que la relación fauna-hombre se incrementa, creándose en ocasiones un conflicto (Tréves, 2009). Mismo que puede resultar en problemas de salud pública, cacería, tráfico ilegal, atropellamientos y ataques a especies domésticas. Diversos estudios han demostrado que la presencia de fauna silvestre puede representar altos costos para las comunidades rurales al establecerse una competencia con humanos en cultivos agrícolas, ganadería, caza silvestre y forestería (Graham *et al.*, 2005). Comúnmente el conflicto entre los productores y la fauna, radica en que los animales en su afán por alimentarse, afectan los sistemas de producción, tal es el caso de grandes bandadas de aves, que pueden mermar seriamente cultivos de granos (Monge, 2013). Lo anterior ha motivado en muchos países la utilización de controles letales para disminuir las poblaciones de aves (Canavelli *et al.*, 2012). Si bien el conflicto fauna silvestre-hombre es algo que se ha incrementado en los últimos años conforme a la expansión del hombre hacia áreas naturales, recientemente ha surgido la preocupación por proteger a algunas de las especies en conflicto, tal es el caso de los grandes carnívoros (Treves *et al.*, 2004), la cacería de grandes carnívoros responde a las supuestas depredaciones de ganado y a fobias injustificadas de las personas (Marchini y Macdonald, 2012). En Europa los productores controlan a los zorros (*Pseudalopex culpaeus*) usando cebos envenenados, trampas de cebo y caza con perros (Travaini *et al.*, 2000) métodos que en todos los casos resultan ser letales. El conflicto fauna-hombre se torna preocupante debido a los altos costos ya sea por pérdidas económicas de los productores, o para la conservación de las especies en conflicto, además del impacto ambiental resultante de la aplicación de métodos de control letal (Treves *et al.*, 2004). Como resultado en los últimos años los manejadores de recursos naturales e investigadores han propuesto métodos para prevenir o disminuir el riesgo de

Netzahualcóyotl de Balancán de Domínguez, la cabecera municipal se ubica en la región del Usumacinta, al oriente del estado de Tabasco (17° 45', 17° 57' N y 91° 23', 91° 14' O) (Figura 1). El ejido El Pípila se encuentra ubicado en Balancán (17° 57' 46" 84 N y 91° 36' 0" 25 O). Comprende 5000 ha aproximadamente, los cuerpos de agua corresponden a pequeños afluentes que llegan a secarse en la temporada de estiaje, el principal uso del suelo es la agricultura dominando como vegetación el pastizal y bosque de encino tropical. El ejido Netzahualcóyotl se encuentra ubicado en Balancán (17° 42' 35" 85 N y 91° 26' 36" 24 O). Comprende un área aproximada de 6000 ha y se localiza justo frente a la unión del río San Pedro Mártir y Usumacinta (este último es considerado el más caudaloso de México) con relieve llano, el principal uso del suelo es la ganadería, dominando como vegetación el pastizal y el tular. Los tipos de vegetación presentes en la zona son la selva mediana de pucte, Encinar tropical, Sabana-potrero, Selva baja inundable de tinto, y el Acahual que se presenta en el área es vegetación en franca regeneración y deriva de los tipos de vegetación antes mencionados, en la actualidad, la vegetación de gran parte de la región ha sido extensamente alterada y transformada a áreas agrícolas y potreros inducidos (López, 1995).

Obtención de la información

La entrevista es un método para obtener información de manera directa de un determinado grupo de personas, poblaciones, ciudades (Martínez, 2011). Se utilizó una entrevista estructurada para abrir la conversación con los pobladores dirigiéndose en primer lugar a los delegados de ejidos, líderes de asociaciones ganaderas y agrícolas para constatar la existencia de problemas entre la fauna silvestre y los pobladores (Hidalgo-Mihart *et al.*, 2015). Una vez que se identificaron comunidades donde había algún tipo de conflicto fauna-hombre, se eligieron dos con más beneficiados en el Programa de Incentivos para Productores de Maíz (*Zea mays* L.) y Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (PIMAF, 2015). De la base

de datos de productores, se seleccionaron en cada comunidad informantes al azar, estas encuestas fueron realizadas considerando un tamaño de muestra del 50% del número total de productores agropecuarios en cada comunidad. Se consideró la edad de las personas, tiempo de residencia en la comunidad, conocimiento de los procesos relacionados con labores agrícolas y los recursos naturales.

Entrevistas a pobladores

La entrevista tuvo cuatro partes fundamentales, 1) Información personal, 2) características de los cultivos, 3) identificación de conflicto, 4) métodos de control, en esta parte se esperaba obtener información sobre los métodos de control de fauna utilizados, para estimar la frecuencia en que son utilizados y el efecto ambiental que ocasionan.

Análisis de datos

Para los resultados se realizaron análisis cualitativos, una metodología probada en diversos estudios socio ambientales (Hernández *et al.*, 2006). De cada una de las preguntas de interés, se obtuvo el porcentaje de representatividad con base a la respuesta de los productores. Se generó una lista de fauna silvestre conflictiva (Cuadro

1) que incluyó el estatus de la especie en la norma oficial NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), para la identificación de la fauna, se utilizaron guías especializadas para identificación de fauna silvestre (Peterson y Chalif, 2008; Reid, 2009).

Se localizaron las parcelas con ayuda de los comisarios ejidales, en los planos ejidales elaborados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2013) para el Registro Agrario Nacional (RAN). De esta manera se georreferenciaron las parcelas de los entrevistados. En el caso de poder georreferenciar las parcelas de uso común de los ejidos, sólo se tomó un punto. Se utilizó una prueba Chi cuadrada (X^2) esto con el fin de comparar si existían diferencias estadísticas en las series de datos (Zar, 1999). Todos los análisis se realizaron en el programa InfoStat versión 2015 (Di Rienzo, 2015).

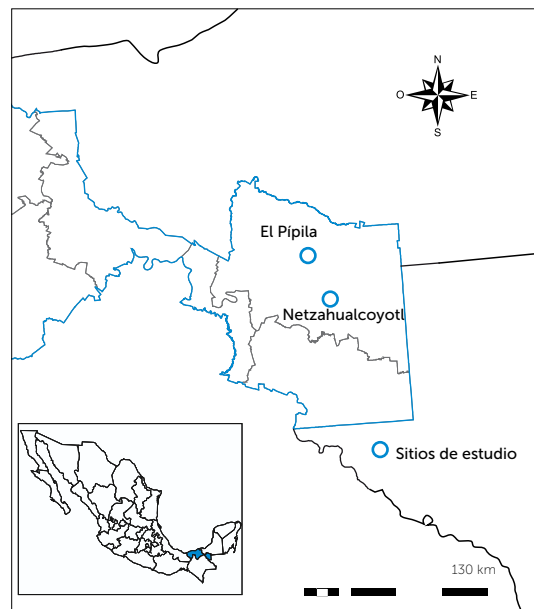


Figura 1. Ejidos El Pípila y Netzahualcóyotl donde se realizó el estudio, se localizan al oriente del estado de Tabasco, México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación del conflicto fauna silvestre-hombre

Se realizaron 171 entrevistas dirigidas a productores agropecuarios, en las comunidades El Pípila (68) y Netzahualcóyotl (103). Los terrenos en donde se desarrollan las actividades productivas de los encuestados, pertenecieron a tres categorías de uso, ganadero, agrícola y doméstico. La prueba mostró diferencias estadísticas ($X^2 = <0.032$) para los tipos de terrenos entre las dos comunidades. Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas ($X^2=0.054$) entre los tipos de terreno para el Pípila, pero para Netzahualcóyotl la prueba reflejo diferencias significativas ($X^2=0.001$).

Tanto en El Pípila como en Netzahualcóyotl el tipo de terreno más frecuentado por la fauna fue el agrícola con 26 registros que representaron el 38.24% para el Pípila y 83 registros que representaron el 80.58% para Netzahualcóyotl (Figura 2). En cuanto a la distancia en la que se localizaban los terrenos, en El Pípila la distancia promedio fue de 1.7 ± 2 km, mientras que Netzahualcóyotl la distancia promedio fue de 3.38 ± 4.6 km.

Con base a la orientación y distancia aportada por los encuestados, se logró una ubicación aproximada de los terrenos, con lo cual se identificó que en El Pípila, estos se encuentran principalmente (22) en el centro del ejido a muy corta distancia del mismo (500 m), donde no se observan parches de vegetación importantes en la imagen de satélite; sin embargo, en Netzahualcóyotl buena parte de los terrenos mencionados en las encuestas (38) se ubicaron al Este, donde se observan en las imágenes de satélite, importantes parches de vegetación, que se conectan con el río San Pedro. En cuanto al tamaño de los terrenos, en El

Pípila promediaron una superficie de 13.23 ± 18.17 ha, y para Netzahualcóyotl los terrenos tuvieron una superficie de 16 ± 14.93 ha.

Las encuestas permitieron documentar cinco tipos de conflicto existentes. Al respecto en El Pípila el conflicto más frecuente perteneció a depredación con 33 registros (48.53%), la cual se da principalmente a ganado doméstico (ganado bovino y ovino) y animales de traspatio (gallinas, gallos, pollos, patos, pavos). Mientras que en Netzahualcóyotl el conflicto más mencionado fue destrucción de cultivos con 77 registros (74.76%) (Figura 3). En cuanto a los tipos de conflicto no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las comunidades ($X^2=0.08$).

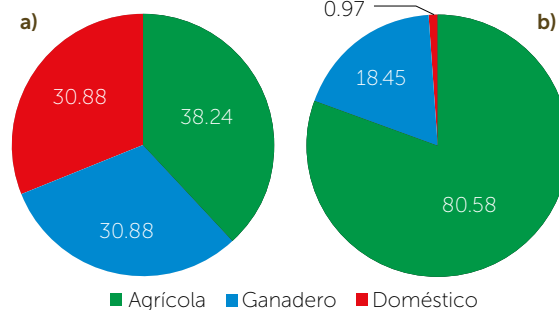


Figura 2. Porcentaje de tipos de terrenos en los que se da algún conflicto con fauna silvestre. a) El Pípila y b) Netzahualcóyotl.

En la actividad agrícola del ejido Netzahualcóyotl, el principal problema con un 74.7% es la destrucción de los cultivos. Es importante destacar que solo en un 19.4% se han visto afectados los productores de ganado bovino en cuanto a depredación de animales.

El mapache (*Procyon lotor*), las aves y el coyote (*Canis latrans*) fueron las especies con mayor frecuencia mencionados (Figura 4, Cuadro 1). Las aves que afectan cultivos, se encuentran representadas principalmente por las cotorras (*Amazona albifrons*), el gavilán (*Buteo magnirostris*), la pea (*Psilorhinus morio*), la paloma (*Zenaida asiatica*), el zanate (*Quiscalus mexicanus*) y diferentes tipos de pájaros arroceros del género *Sporophila* sp.

El coyote es la especie más nombrada en las encuestas, principalmente por causar mordeduras y depredación de ganado. En algunos casos los entrevistados afirman que las pérdidas de becerros pequeños se le atribuyen al coyote;

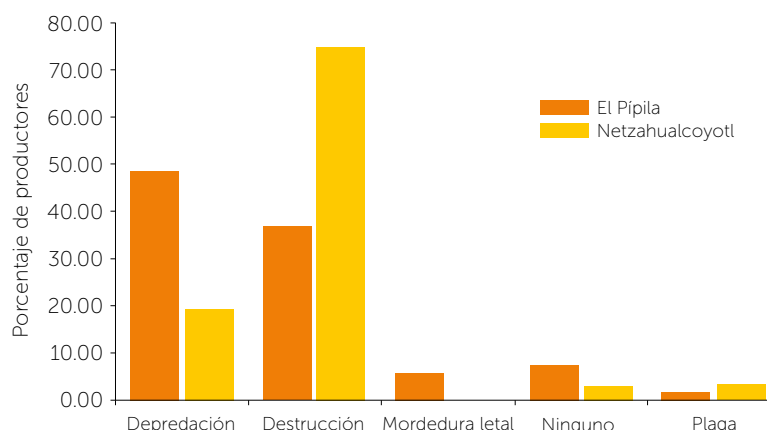


Figura 3. Diferentes conflictos que se dan en los ejidos estudiados en el oriente de Tabasco, México.

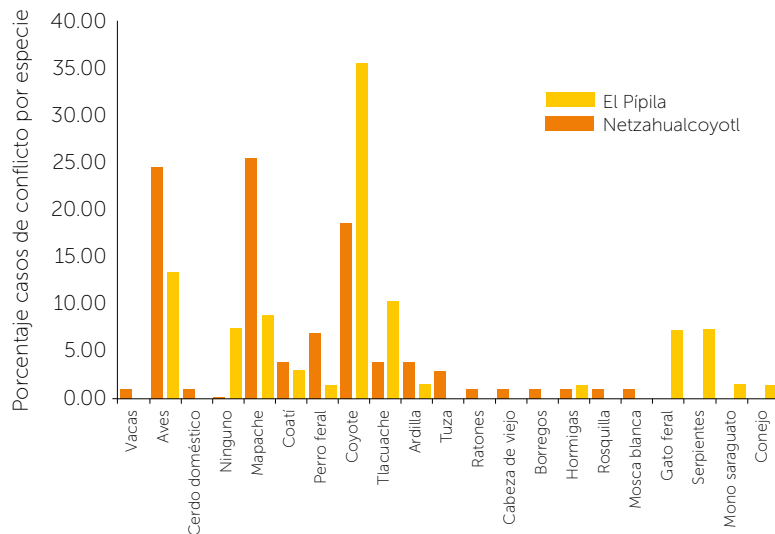


Figura 4. Porcentaje de representatividad de cada especie que entra en conflicto con los productores en los sitios de estudio.

menor cantidad se mencionó el conflicto con conejo (*Sylvilagus* sp), coatí (*Nasua narica*), perro asilvestrado (*Canis familiaris*), hormiga negra (*Lasius niger*), ardilla (*Sciurus* sp.) y mono saraguato (*Alouatta pigra*) que causan inconformidad con los habitantes por alimentarse de frutos (naranjas, mangos), plántulas de maíz y frijol, así como de hojas de árboles.

En el ejido Netzahualcoyotl es el mapache el principal animal que afecta los cultivos agrícolas con un porcentaje de 25.2%.

Las aves como el pijije (*Dendrocygna autumnalis*), la pea (*Psilorhinus morio*), el zanate (*Quiscalus mexicanus*), la cotorra (*Amazona albifrons*) y el loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*) son mencionados como causantes de pérdidas de 60 a 80% de la producción agrícola, estos dos últimos principalmente en época de apareamiento. Es importante destacar que se menciona a los gatos y perros domésticos como principales causantes de daños por pérdidas de animales domésticos (gallos, gallinas, pollo, guajolotes). Otras especies que causan daño fueron el coatí (*Nasua narica*), la ardilla, la tuza y el tlacuache que causan pérdidas económicas considerables en la producción. Se obtuvo también un único registro de conflictos con algunas especies como ganado principalmente bovino (*Bos taurus*), porcino (*Sus scrofa domesticus*) y ovino (*Ovis orientalis aries*) como destructores de cultivos ocasionalmente, así como, los ratones (*Peromyscus* sp.) y el cabeza de viejo (*Eira barbara*). En cuanto a plagas, los productores reconocen que las pérdidas económicas por la hormiga (*Atta* sp.), mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y rosquilla

sin embargo, en realidad son resultado de eventos de abigeato (robo). El tlacuache (*Didelphis* sp.) o zorro cola pelada como comúnmente se le conoce es responsable de robo y depredación de aves de traspatio

y se menciona como uno de los principales responsables del daño a cultivos de sandía (*Citrullus lanatus* L.). Se registró también la pérdida de ganado y animales de corral por mordeduras de serpientes y en

Cuadro 1. Especies que entran en conflicto con los productores rurales, en los ejidos de estudio en el oriente de Tabasco, México.

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Tipo de conflicto
Mapache	<i>Procyon lotor</i>	-	D,DT,P
Coyote	<i>Canis latrans</i>	-	D,DT,P
Cotorra	<i>Amazona albifrons</i>	Pr	P
Gavilán	<i>Buteo magnirostris</i>	-	D
Pea	<i>Psilorhinus morio</i>	-	P
Paloma	<i>Zenaida asiatica</i>	-	P
Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	-	DT,P
Tlacuache	<i>Didelphis</i> sp.	-	D,DT,P
Conejo	<i>Sylvilagus</i> sp.	P	P
Coatí	<i>Nasua narica</i>	-	D,DT,P
Perro silvestre	<i>Canis familiaris</i>	-	D,DT,P
Ardilla	<i>Sciurus</i> sp.	-	P
Mono saraguato	<i>Alouatta pigra</i>	P	P
Pijije	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	-	P
Loro cabeza amarilla	<i>Amazona oratrix</i>	P	P
Ganado bovino	<i>Bos taurus</i>	-	DT,P
Ganado porcino	<i>Sus scrofa domesticus</i>	-	DT,P
Ganado ovino	<i>Ovis orientalis aries</i>	-	DT,P
Ratones	<i>Peromyscus</i> sp.	-	DT,P
Cabeza de viejo	<i>Eira barbara</i>	P	D,P

Depredación=D, Destrucción=DT, Mordedura letal=M, Plaga=P.

(*Mythimna unipuncta*), pueden ser considerables (hasta un 30%), dependiendo de la temporada, siendo la temporada de lluvias donde se registra mayor incidencia de las anteriores.

Métodos utilizados para controlar la fauna silvestre

Se clasificaron los métodos de control en tres categorías para los dos ejidos y se evaluó la frecuencia con que son utilizados (Figura 5). En el ejido el Pípila se registró que el 39.71% de los productores utilizan métodos de control letales y se basan principalmente en cebos envenenados, y cacería con armas de fuego, mientras que 30.88% de productores utiliza controles no letales, principalmente ahuyentando con perros, y los productores restantes no utilizan ningún método (Figura 5).

Se registró que el principal método utilizado por los productores en el ejido Netzahualcóyotl es el letal con un 83.5% según los encuestados, mientras que un 11.65% dice no utilizar métodos letales, mientras que al porcentaje restante no toma medidas de control (Figura 5).

Dentro de los métodos de control letal clasificamos la cacería (con trampas de cebo y cacería con rifles) de animales y el envenenamiento. Otros de los métodos utilizados, son el encierro de animales de corral para prevenir el robo y la depredación del ganado y la cosecha, al igual que el método de ahuyentar a los depredadores con perros, ambos resultan efectivos, aunque algunos otros prefieren montar vigilancia por guardias acordadas entre los mismos productores con el fin de salvaguardar sus cultivos y producción al igual que su ganado (Figura 6).

El uso de cebos envenenados es algo que se reporta en ambas comunidades, donde el Furadan®, es el producto más utilizado, y se aplica inyectándolo en huevos, carne y frutos. Quienes usan la cacería además aprovechan la carne del animal, ya sean mamíferos (mapache, coati) o aves (cotorras, pijije). Además en Netzahualcóyotl algunas personas montan brigadas de vigilancia para ahuyentar a los depredadores sobre todo durante la noche, el método que utilizan es pirotecnia (cohetes) o

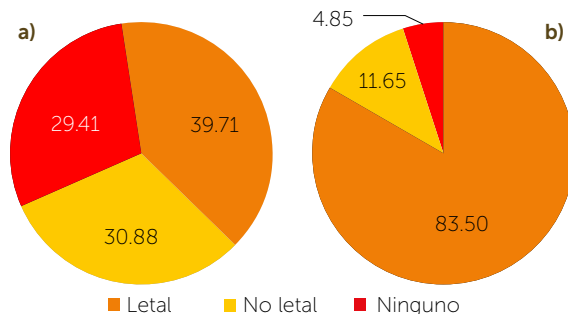


Figura 5. Tipos de control letal y no letal que los productores usan en los ejidos de estudio. a) El Pípila y b) Netzahualcóyotl.

tiros al aire y en algunas ocasiones usan perros.

En la región miles de hectáreas fueron abandonadas hace dos décadas y como resultado se puede identificar una matriz de cultivos y potreros mezclados con vegetación secundaria en franca regeneración (acahual), así como parches de selva

conservada que en conjunto permiten la presencia de una gran diversidad de especies de fauna silvestre. La heterogeneidad en el paisaje y la cercanía entre los terrenos y las áreas forestales permiten que las especies de fauna accedan a los cultivos y potreros para alimentarse. Los terrenos afectados, se encuentran en un rango considerado de mediano a grande, por lo que en el caso de cultivo de granos cuando se dan grandes bandadas de aves, representan pérdidas considerables. En la zona no se ha registrado la presencia de depredadores grandes (jaguar y puma) desde hace más de cuarenta años (Hidalgo-Mihart et al., 2015). Sin embargo, si se registró la presencia de coyotes, y es precisamente este cánido, una de las especies más conflictivas en las dos comunidades, y lo identifican como especie conflictiva ya que depreda aves de corral y becerros. En cuanto a su dieta el coyote presenta grandes diferencias regionales y estacionales en sus hábitos alimentarios y ocasionalmente depredan corderos, becerros y aves de corral, así como animales viejos, enfermos o desnutridos (Bekoff y Wells, 1980). En México, el coyote es considerado como plaga por su presunta depredación de ganado (Hidalgo-Mihart et al., 2006).

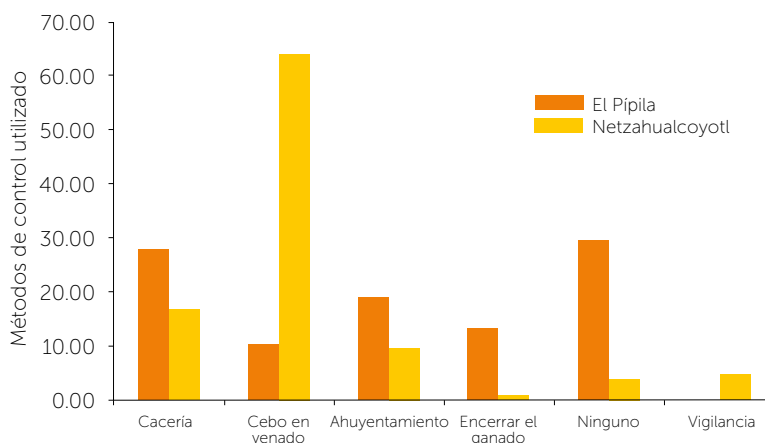


Figura 6. Diferentes técnicas de control que utilizan los productores en los ejidos de estudio.

Las aves que afectan cultivos, se encuentran representadas principalmente por las cotorras, algunas especies de psittácidos han sido consideradas como verdaderas plagas en varios países de Latinoamérica, ya que dañan cultivos de granos, semillas, flores y frutos (Tracey *et al.*, 2007), en las comunidades estudiadas se les identifica como conflictivas principalmente por que se alimentan de frutos de interés económico, tales como maíz, guayaba (*Psidium* sp.), cítricos (*Citrus* sp.), aguacate (*Persea americana*), mangos (*Mangifera indica*). Además las cotorras pueden viajar en bandadas de cientos, al ser aves relativamente grandes, en conjunto pueden causar grandes daños en cultivos de frutas y granos. En Argentina fue declarada una plaga seria en varias provincias y se establecieron métodos de control para regular sus poblaciones (Canavelli *et al.*, 2012). Los métodos de control letal pueden producir reducciones notables en las poblaciones de Cotorra, especialmente si se aplican de manera generalizada y continuada en una escala regional (Bucher, 1984), pero conllevan un riesgo de extinción, además de un alto impacto ambiental y una efectividad discutible para disminuir los daños, dado que nunca se ha demostrado una disminución de los mismos en función de la inversión realizada en su implementación (Bucher, 1998).

Aunque en general las aves rapaces se alimentan de aves más pequeñas y pequeños mamíferos, en algunos lugares se les ha considerado una seria amenaza a la producción de aves de corral (Zaccagnini *et al.*, 2011), en el área de estudio el gavilán se alimenta principalmente de aves de corral por lo que las personas suelen dispararles cuando los ven cerca. Sin embargo, la matanza de estas especies podría contribuir negativamente a la estabilidad del ecosistema en la región, las aves rapaces son grandes depredadoras de especies de roedores, lo que las convierten en inestimables aliadas del ser humano en sus prácticas de agricultura, ya que muchas especies de roedores son perjudiciales para los cultivos, afectan graneros y acopios de cosechas o transmiten enfermedades al ser humano y al ganado doméstico (Muños-Pedrerros, 2014).

Las aves arroceras son de las especies más reconocidas como plaga a nivel mundial, aunque es difícil tener cifras de las pérdidas causadas por aves. Las aves acuáticas pueden alimentarse en grandes parvadas, a tal grado que en doscientas hectáreas de cultivo se han llegado a contabilizar hasta 40000 patos. De los métodos de control el más común es el uso de cebos envenenados. La agricul-

tura intensiva se sustenta en la aplicación de tecnologías de insumos, entre los que se incluye a fertilizantes, herbicidas, insecticidas, fungicidas, las cuales, en su conjunto, han conducido a una disminución de la biodiversidad en muchas áreas del mundo (Tremblay *et al.*, 2001). Uno de los usos principales de los químicos en agricultura es el de veneno, usado para controlar plagas, siendo una de las prácticas que contamina e impacta directamente el ambiente agropecuario (Zaccagnini, 2006).

En los ejidos estudiados se identificó el Furadan[®], este insecticida ha sido identificado en muchas partes de Latino América en cebos envenenados (Zeinsteger *et al.*, 2010). Los distintos principios activos utilizados no solo controlan las especies no deseadas para la agricultura, sino que también afectan a especies no blanco y sus hábitats, reduciendo la capacidad de los sistemas para conservar la biodiversidad y su funcionalidad ecológica (Zaccagnini, 2006).

De los animales en conflicto destacan los animales ferales, perros y gatos domésticos. Los perros y gatos de vida libre en las islas han causado o contribuido a cerca del 14% de las extinciones modernas de aves, mamíferos y reptiles registrados por la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Medina *et al.*, 2011). Existe evidencia de que los gatos pueden reducir sustancialmente las poblaciones de mamíferos y contribuir a la mortalidad en la fauna total de un lugar (Van Heezik *et al.*, 2010). Las especies invasoras, en particular como los perros y gatos, han ocasionado disminuciones de población, extinciones locales y extinciones globales de muchas especies endémicas de las islas y son los principales contribuyentes a la pérdida de biodiversidad (Doherty *et al.*, 2017).

La presencia de vida silvestre puede imponer costos financieros a las comunidades rurales a través de la competencia con los seres humanos sobre cultivos agrícolas, ganado, caza silvestre y otros recursos naturales (Thirgood *et al.*, 2005). El conocer la dinámica del conflicto fauna-hombre tiene gran aporte a la conservación, ya que en el caso de especies y/o poblaciones con abundancias poblacionales muy bajas y tasas de crecimiento bajas o negativas, el problema de extinción aumenta. Particularmente se ha sugerido que un gran número de especies en todo el mundo se encuentran amenazadas, principalmente por la cacería no sustentable, la degradación del hábitat, el conflicto con productores agropecuarios y la introducción de especies (Ripple *et al.*, 2015).

La declinación de las poblaciones de especies a nivel global podría resultar en consecuencias dramáticas para la integridad de los ecosistemas en los que habitan (Galletti *et al.*, 2015; Ripple *et al.*, 2015). Finalmente, la voluntad de convivir con la vida silvestre depende no sólo de los factores ecológicos, sino también de los contextos sociales, políticos, económicos y culturales de las poblaciones humanas (Kumar, 2010).

CONCLUSIONES

En los ejidos estudiados existe un intenso conflicto entre los productores y la fauna silvestre, la forma de sobre llevar este conflicto ha sido mediante el uso de diferentes técnicas letales y no letales, y es probable que se esté generando un impacto ambiental importante. Es necesario realizar más estudios encaminados a conocer como es la relación que las personas del medio rural tienen con la biodiversidad, y así establecer estrategias que contribuyan a un mejor manejo y conservación de la zona. A pesar de que los resultados de este estudio son relativamente restringidos espacialmente, representan las primeras aproximaciones al entendimiento del conflicto fauna-hombre en la región oriental del estado de Tabasco, lo que esperamos sirva de base para el manejo de las especies y como base de estudios posteriores tanto en la zona como en el estado.

LITERATURA CITADA

- Ávila-Nájera D.M., Rosas-Rosas O.C., Tarango-Arámbula L.A., Martínez-Montoya J.F., Santoyo-Brito E. 2011. Conocimiento, uso y valor cultural de seis presas del jaguar (*Panthera onca*) y su relación con éste, en San Nicolás de los Montes, San Luis Potosí, Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*. 82(3):1020-1028.
- Bekoff M., Wells M.C. 1980. The Social Ecology of Coyotes. *Scientific American*. 242:130-148.
- Bello J. 2004. Mamíferos del estado de tabasco: diversidad y especies amenazadas. *Kuxulkab' revista de divulgación*, 9: 5-9.
- Bucher, E.H. 1984. Las aves como plaga en la Argentina. *Centro de Ecología Aplicada*. Publicación N°9. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad de Córdoba: Córdoba, Argentina.
- Bucher E. 1998. Criterios básicos para el manejo integrado de aves plaga. En: Rodríguez E.N., Zaccagnini M.E. (Eds.) *Manual de capacitación sobre manejo integrado de aves perjudiciales a la agricultura*. FAO.
- Canavelli S., Aramburú R., M. Zaccagnini. 2012. Aspectos a considerar para disminuir los conflictos originados por los daños de la cotorra (*Myiopsitta monachus*) en cultivos agrícolas. *Hornero*. 27:89-101.
- Carrera J., E. Canales. 1985. Estudio de evaluación y control del coyote. Informe Técnico. SEDUE-UANL.
- Contreras-Moreno, F. M., Zúñiga-Sánchez, J. S., Bello-Gutiérrez, J. 2015. Parámetros poblacionales de *Odocoileus virginianus* (Cervidae) en dos comunidades de Tabasco, México. *Revista Latinoamericana de Conservación* 4: 7-13.
- Contreras-Moreno, F. M., Zúñiga-Sánchez, J. S., Bello-Gutiérrez, J. 2015. Preferencia de hábitat de *Odocoileus virginianus thomasi* Merriam en dos ejidos ganaderos del sureste de México. *Agroproductividad* 8: 49-55.
- Contreras-Moreno F. M., De La Cruz-Félix K., Bello-Gutiérrez J. 2016. Landscape variables that influence the presence of brocket deer (*Mazama* sp.) in the Campeche State, México. *Therya* 7:3-19.
- Cruz-Espinoza A., González G. E., Santos-Moreno A. 2010. Dieta del Coyote (*Canis latrans*) en Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. *Naturaleza y Desarrollo*. 8:33-45.
- Deustua A. I., Williams L. de C. M., Vásquez R. P. 2008. Relaciones entre los pobladores rurales y los carnívoros alto andinos del distrito de Anco, centro-sur del Perú (Relationships between rural settlers and highland carnivores in the district of Anco, center-south of Peru). *Ecología Aplicada*. 7:1-2.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat version. 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Doherty, T. S., Dickman, C. R., Glen, A. S., Newsome, T. M., Nimmo, D. G., Ritchie, E. G., Wirsing, A. J. 2017. The global impacts of domestic dogs on threatened vertebrates. *Biological Conservation*, 210:56-59.
- Ellis E. C., Ramankutty N. 2008. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Front Ecol Environ*. 6(8):439-447.
- Galetti M., Bovendorp R. S., Guevara R. 2015. Defaunation of Large Mammals Leads to an Increase in Seed Predation in the Atlantic Forests. *Global Ecology and Conservation*. 3:824-830.
- Graham K., Beckerman A. P., Thirgood, S. 2005. Human-predator prey conflicts: Ecological correlates, prey losses, and patterns of management. *Biological Conservation*. 122:159-171.
- Haber G. C. 1996. Biological, conservation, and ethical implications of exploiting and controlling wolves. *Conservation Biology*. 10:1068-1081.
- Hernández S. R., Fernández C. C., Baptista L. P. 2006. Metodología de la investigación. McGrawhill internamerica. Mexico. Pp 850.
- Hidalgo-Mihart M. G., Cantú-Salazar L., López-González C. A., Martínez-Gutiérrez P. G., Fernández E. C., González-Romero A. 2006. Coyote habitat use in a tropical deciduous forest of western Mexico. *Journal of Wildlife Management*. 70:216-221.
- Hidalgo-Mihart M. G., Contreras-Moreno F. M., Juárez-López R., J. de la C. A., Valera-Aguilar R., Pérez-Solano D. L. A., Hernández-Lara, C. 2015. Registros recientes de jaguar en Tabasco, norte de Chiapas y oeste de Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 86:469-477.
- Hidalgo-Mihart M. G., Contreras-Moreno F. M., Juárez-López R., Jesús, A., Jiménez- Domínguez D. R. Oporto-Peregrino S., Ávila-Flores R. 2016. Mamíferos del estado de Tabasco. In: Briones-Salas M., Hortelano-Moncada G., Magaña-Cota G., Sánchez-Rojas, Sosa-Escalante J. E., (Eds.). *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal* Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación

- Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México. Pp 440.
- Holmern T., Nyahongo J., Roskaft E., 2007. Livestock loss caused by predators outside the Serengeti National Park. Tanzania. Biol. Conserv. 135:518–526.
- INAFED. 2010. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Tabasco.
- INEGI. 2013. Anuario estadístico. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Estado de Tabasco. www.inegi.gob.mx. 744 p.
- Kumar P. (Ed.). 2010. The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations. UNEP/Earthprint.
- Linnell J.D., Odden J., Smith M. E., Aanes R., Swenson J. E. 1999. Large carnivores that kill livestock: do "problema individuals" really exist?. Wildlife Society Bulletin. 27:698-705.
- López R. 1995. Tipos de vegetación en el estado de Tabasco y norte de Chiapas. Dirección de Difusión Cultural México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 131 p.
- Mandujano S. 2011. Ecología de poblaciones aplicada al manejo de Fauna Silvestre: Cuatro conceptos (N, A, MSY, Pe). Colección: Manejo de Fauna Silvestre No 3. México.
- Marchini S., Macdonald D.W. 2012. Predicting ranchers' intention to kill jaguars: case studies in Amazonia and Pantanal. Biological Conservation.147 (1): 213-221.
- Martínez R.J. 2011. Métodos de investigación cualitativa. Silogismo más que conceptos. 8(1):1-43.
- Medina, F. M., Bonnaud, E., Vidal, E., Tershy, B. R., Zavaleta, E. S., Josh Donlan, C., Nogales, M. 2011. A global review of the impacts of invasive cats on island endangered vertebrates. Global Change Biology. 17(11), 3503-3510.
- Monge J. 2013. Lista actualizada de aves dañinas en Costa Rica (2012). Research Journal of the Costa Rican Distance Education University, 5(1).
- Muñoz-Pedrerros A. M. 2014. Aves Rapaces Y Control Biológico De Plagas. In: Muñoz-Pedrerros A., Rau J. Yáñez J. (Eds.). Aves Rapaces de Chile. CEA Ediciones, Valdivia. National Academy of Sciences. 1978. Problemas y control de plagas de vertebrados: control de plagas de plantas y animals. Ed. Limusa. México.
- Programa de incentivos para productores de maíz y frijol. SAGARPA. 2015. Programa de fomento a la agricultura. Mexico.
- Ripple W. J., Newsome T. M., Wolf C., Dirzo R., Everatt K. T., Galetti M., Hayward M. W., Kerley G. I. H., Levi T., Lindsey P. A., Macdonald D. W., Malhi Y., Painter L. E., Sandom C. J., Terborgh J., Valkenburgh B. V. 2015. Collapse of the World's Largest Herbivores. Science Advances, 1:1400103.
- Siegel S. 2012. Estadística no paramétrica: aplicada a las ciencias de la conducta. 4ª edición. Trillas. México. 437p.
- Tudela F. 1989. La modernización forzada del trópico: el caso tabasqueño, Proyecto Integrado del Golfo, El Colegio de México, CINVESTAV, IFIAS, UNRISD, México, pp. 136-147.
- Thirgood S., Woodroffe R., Rabinowitz, A. 2005. The impact of human-wildlife conflict on human lives and livelihoods. Conservation Biology Series-Cambridge. 9:13.
- Tracey J., Bomford M., Hart Q., Saunders G., Sinclair R. 2007. Managing bird damage to fruit and other horticultural crops. Bureau of Rural Sciences, Camberra.
- Travaini A., Zapata S. C., Martínez-Peck R., Delibes M. 2000. Percepción y actitud humanas hacia la predación de ganado ovino por el zorro colorado (*Pseudalopex culpaeus*) en Santa Cruz, Patagonia argentina. Mastozoología Neotropical. 7:117-129.
- Tremblay A., Mineau P., Stewart R.K. 2001.Effects of bird predation on some pest insect populations in corn. Agriculture, Ecosystems & Environment. 83:143–152.
- Treves A., Naughton-Treves L., Harper E.K., Mladenoff D.J., Rose R.A., Sickley T.A., Wydeven A.P. 2004. Predicting Human-Carnivore Conflict : a Spatial Model Derived from 25 Years of Data on Wolf Predation on Livestock. 18:114–125.
- Treves A. 2009. The human dimensions of conflicts with wildlife around protected areas, en Manfredo M.J., Vaske J.J., Brown P.J., Decker D.J., Duke E.A. Eds. Wildlife and Society. The Science of Human Dimensions, Washington, D.C.: Island Press: 214-228.
- Van Heezik Y., Smyth A., Adams A., Gordon J. 2010. Do domestic cats impose an unsustainable harvest on urban bird populations?. Biological Conservation, 143: 121-130.
- Vela-Coiffier, E.L. 1985. Determinación de la composición de la dieta del coyote *Canis latrans*, por medio del análisis de heces en tres localidades del Estado de Chihuahua. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 131 pp.
- Zaccagnini M.E. 2006. ¿Por qué monitoreo ecotoxicológico de diversidad de aves en sistemas productivos? Pp. 69–89 en: LARREA E (Ed.). INTA expone 2004. Volumen III. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.
- Zaccagnini M. E., Thompson J. J., Bernardos J., Calamari N., Goijman A., Canavelli S. 2011. Riqueza, ocupación y roles funcionales potenciales de las aves en relación a los usos de la tierra y la productividad de los agroecosistemas: un ejemplo en la ecorregión pampeana. Valoración de servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas, y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Ediciones INTA, 185-219.
- Zar J. H. 1999. Biostatistical Analysis. 4th edition Prentice Hall of Australia. Sydney, Australia.
- Zarco-González M.M., Monroy-Vilchis O., Alaníz J. 2013. Spatial model of livestock predation by jaguar and puma in Mexico: Conservation planning. Biological Conservation. 159:80–87.
- Zeinsteger P., Oliver C., Ledri D., Danielley M., Mestorino N. 2010. Presencia del pesticida Carbofuran (Carbamato) en muestras de cebo y contenido gástrico de caninos de la ciudad de Urdinarrain, entre ríos.

CONSUMO CULTURAL Y PERCEPCIÓN SOCIAL HACIA LAS TORTUGAS DULCEACUÍCOLAS EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE, MÉXICO

CULTURAL CONSUMPTION AND SOCIAL PERCEPTION TOWARDS FRESHWATER TURTLES IN THE FLORA AND FAUNA PROTECTION AREA OF LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE, MÉXICO

Ocampo-González, P.¹, Rodas-Trejo, J.¹, Hernández-Nava, J.², Solís-Marroquín, D.¹, Chang-Gutierrez, D.¹

¹Laboratorio de Fauna Silvestre y Recursos Naturales, Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcala-pa, Universidad Autónoma de Chiapas, Carretera Chicoasén-Malpaso, km 24+300, Código postal 29625, Copainalá, Chiapas, México. ²Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Av. Adolfo López Mateos s/n Esquina con Hé-ros del 21 de abril, prolongación playa Norte, Ciudad del Carmen, Campeche, México.

Autor de correspondencia: perritotes_3@hotmail.com

RESUMEN

Se realizó un estudio en tres comunidades ubicadas en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos en el estado de Campeche (APFFLT) México, con la finalidad de describir el consumo cultural, uso y percepción social que los pobladores tienen hacia las tortugas dulceacuícolas, se aplicaron 54 entrevistas y tres talleres participativos dirigidos a informantes claves. Se reconoce la presencia de ocho especies. El único uso identificado fue como alimento para lo que utilizan siete especies. La temporada de semana santa es cuando son mayormente consumidas por considerálas "carne blanca" y su comercio local es muy común. La tortuga más apreciada por el sabor es la jicotea (*Trachemys scripta*), seguida por la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) preferida por su tamaño; en tanto la tortuga mojina (*Rhinoclemmys areolata*) es la única no consumida. El precio venta varía de entre cien a mil pesos mexicanos (5 a 50 USD). Las palabras relacionadas con tortuga son: comida, caldo, puchero, negocio, lástima, miedo, muerden y curiosidad. Es necesario realizar estimaciones poblacionales de las especies de tortugas dulceacuícolas para conocer el impacto del consumo e implementar acciones de vigilancia y monitoreo, así como campañas de educación ambiental y crianza legal.

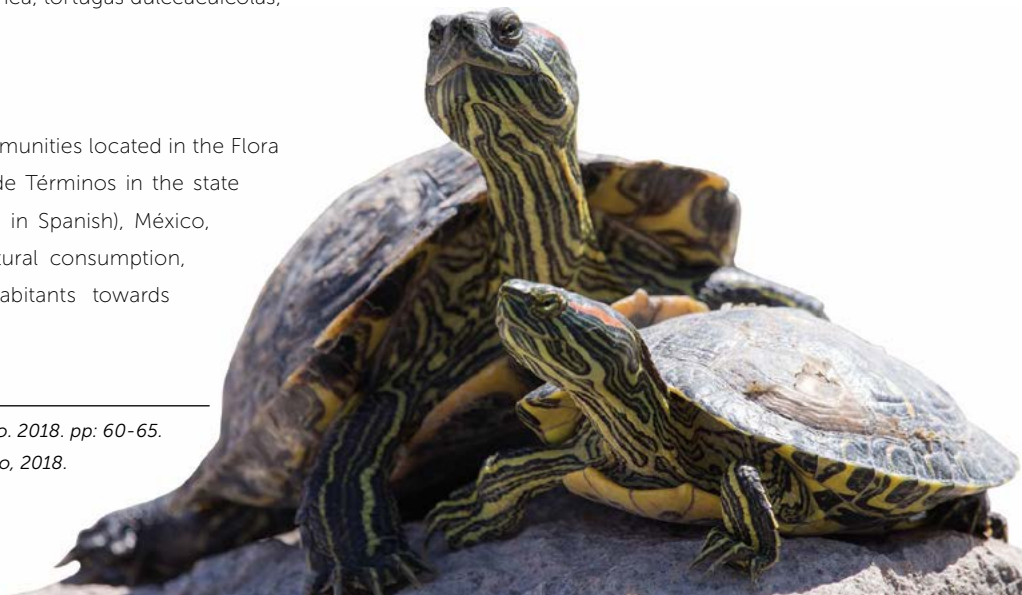
Palabras clave: Alimento, tortuga blanca, tortugas dulceacuícolas, tortuga jicotea.

ABSTRACT

A study was carried out in three communities located in the Flora and Fauna Protection Area Laguna de Términos in the state of Campeche (APFFLT, for its initials in Spanish), México, with the aim of describing the cultural consumption, use and social perception of inhabitants towards

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio. 2018. pp: 60-65.

Recibido: agosto, 2017. **Aceptado:** febrero, 2018.



freshwater turtles. Fifty-four (54) interviews were applied and three participative workshops directed towards key informants. The presence of eight species is recognized. The only use identified was as food, for which seven species are used. The Easter Week season is when they are highly consumed because they are considered "white meat" and their local commerce is quite common. The turtle most appreciated because of flavor is jicotea (*Trachemys scripta*), followed by the white turtle (*Dermatemys mawii*) preferred for its size, while the mojina turtle (*Rhinoclemmys areolata*) is the only one that is not consumed. The sales price varies from one hundred to one thousand Mexican pesos (5 to 50 USD). The words related with turtle are: food, broth, stew, business, pity, fear, bite and curiosity. It is necessary to perform population estimations of the freshwater turtle species to understand the impact of the consumption, and to implement actions of vigilance and monitoring, as well as environmental education campaigns and legal breeding.

Keywords: food, white turtle, freshwater turtles, jicotea turtle.

INTRODUCCIÓN

México ocupa el segundo lugar a nivel mundial y el primero en América en riqueza de especies de reptiles (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014). Para el caso de tortugas continentales, su riqueza se compone de 61 taxas de 7 familias, 13 géneros y 45 especies con subespecies (Wilson & Brown, 1953; Macip-Ríos et al. 2015). Las tortugas de agua dulce se encuentran distribuidas principalmente en los estados de Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Beauregard et al., 2010), conformando un área de endemismo muy importante a nivel mundial (Ippi y Flores, 2001). Desde la época prehispánica hasta la actualidad, las tortugas han formado parte de tradiciones de grupos humanos por lo que han sido apropiadas como parte de su cultura (Barrios y Buenrostro, 2002; Beauregard et al., 2010; Castro-Casal et al., 2013; Guevara-Chumacero et al., 2017). En algunas partes del estado de Campeche los caparazones son empleados en festividades como instrumentos musicales o como recipientes para llevar ofrendas, y tortugas del género Kinosternon son utilizadas para atender enfermedades respiratorias (CONABIO, 2013). Su uso como alimento, la destrucción y transformación de su hábitat por actividades humanas, han impactado negativamente en sus poblaciones, por lo que actualmente de las 61 especies y subespecies de tortugas continentales mexicanas, 37 se incluyen en la Lista Roja de la IUCN, 16 están incluidos en algún apéndice de CITES, 39 en la NOM-059, cuatro en la lista de especies prioritarias de CONABIO y una en la lista de las 25 especies de tortugas más amenazadas en el mundo (Macip-Ríos et al., 2015). El estado de Campeche cuenta con siete Áreas Naturales Protegidas (ANP) cuya función principal es conservar la biodiversidad y sus servicios ecológicos asociados (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009); dentro de ellas se encuentra el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT) que alberga al menos 1,468 especies de fauna tanto terrestre como acuática entre las que se encuentran las tortugas dulceacuícolas a quienes provee de sitios de alimentación, refugio, reproducción y crianza (INE, 1997). Para planificar estrategias de conservación de

las diferentes especies de tortugas en el área, es indispensable conocer el uso y percepción que pobladores del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos en el estado de Campeche (APFFLT), tienen respecto a estas especies, por lo que el objetivo de este trabajo fue describir el conocimiento, uso y la percepción social hacia las tortugas dulceacuícolas por pobladores de tres comunidades pertenecientes a dicha zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

El APFFLT, se ubica en la región suroeste del estado de Campeche, México, con municipios de Carmen, Palizada y Champotón. Cuenta con una superficie de 706,147-67-00 ha. Presenta varios tipos de clima que van desde el tipo Aw1(w) cálido subhúmedo intermedio con lluvias en verano a cálido húmedo con abundantes lluvias en verano Am(f). La precipitación anual es de 1,700 a 2,400 mm y la temperatura de 18 °C a 32 °C. La flora representativa de la zona es vegetación terrestres y acuáticas en ecosistemas de dunas costeras, manglares, pantano, selva baja, palmar, matorral espinoso, matorral inerme, vegetación riparia, selva alta-mediana y vegetación secundaria (INE, 1997). El estudio se realizó en las comunidades de Palizada (18° 15' 13" N-92° 05' 29" O) del municipio Palizada, Santa Rita Aguacatal (18° 21' 50" N-91° 30' 39" O) e Ignacio Zaragoza (18° 23' 18" N-91° 18' 24" O) pertenecientes al municipio de El Carmen, Campeche (Figura 1). Estas comunidades tienen alta influencia sobre las áreas más conservadas de la reserva. Las tres localidades cuentan con menos de 3,100 habitantes y se dedican a actividades de origen primario, como la pesca, agricultura y ganadería.

Método empleado

Para conocer la percepción social y uso que los pobladores les dan a las tortugas dulceacuícolas, se aplicaron técnicas cualitativas de recolección de datos, que se basaron en la aplicación de entrevistas semiestructuradas a informantes clave y talleres participativos. Ambos fueron realizados de octubre a diciembre de 2016 una vez establecida la confianza con los entrevistados para disminuir información falsada. Lo anterior, bajo un esquema de Consentimiento Informado Previo.

Entrevistas

Las entrevistas se realizaron a personas que realizaran actividades en los ríos y sistemas lagunares y que pudieran tener conocimiento sobre las tortugas dulceacuícolas. Cada entrevista se aplicó en forma de plática, de manera que las personas pudieran sentirse en confianza. Constaron de cinco apartados: datos generales del entrevistado, características generales, conocimiento biológico, usos y aplicaciones y percepción hacia la conservación de las tortugas dulceacuícolas. El análisis de la información obtenida de las entrevistas se basó en la frecuencia y/o porcentajes de respuestas, utilizando el programa Excel de Microsoft Office®.

Talleres participativos

Con la información recabada y analizadas de las entrevistas y con la finalidad de fortalecer la confianza a través de conformación de un espacio de participación social, se realizaron tres talleres participativos. Se aplicó el método de moderación

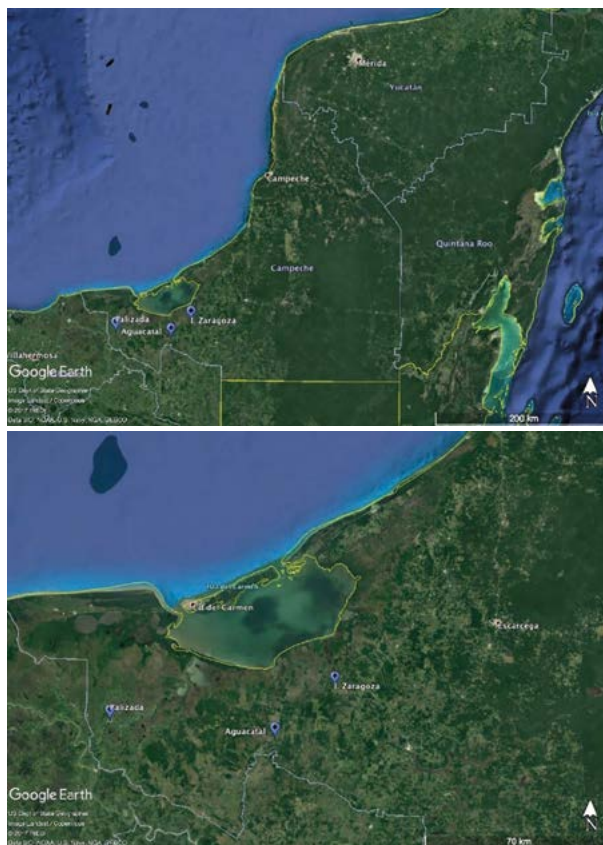


Figura 1. Ubicación de las comunidades de estudio en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos en el Estado de Campeche, México.

grupal Metaplán, el cual consiste en que todos los miembros participen de una manera equitativa, sin que influyan en las opiniones individuales, buscando facilitar la concentración y el entendimiento de las ideas (Cisnado y Avila S/F).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos generales

Se realizaron 54 entrevistas y tres talleres a los que asistieron 50 personas habitantes y nativos de las comunidades. La edad promedio fue de 35.1 años, en un rango de 17 a 64 años. Las principales actividades a las que se dedican son la pesca 38.88% (n=21) y la agricultura 33.33% (n=18).

Conocimiento sobre las tortugas dulceacuícolas

Los habitantes de las tres comunida-

des reconocen ocho especies de tortugas (no marinas) pertenecientes a cinco familias y siete géneros: la tortuga blanca (*Dermatemys mawii* Gray, 1847) (n=43), jicotea o hicotea (*Trachemys scripta* Schoepff, 1792) (n=29), guao o tres lomos (*Staurotypus triporcatus* Wiegmann, 1828) (n=26), pochitoque liso (n=24) (*Kinosternon leucostomum* Duméril y Bibron), casquito (*Kinosternon scorpioides* L.), mojina (*Rhinoclemmys areolata* Duméril y Bibron) (n=19), taimán o joloca (*Claudius angustatus* Cope) (n=14) y chiquiguo o tortuga lagarto (*Chelydra rossignoni* Günther) (n=9). Ippi y Flores (2001) mencionan la existencia de siete especies distribuidas desde de la península de Yucatán hasta el estado de Tabasco, las

cuales fueron mencionadas por los entrevistados y asistentes a los talleres; sin embargo, no reporta la presencia de la tortuga jicotea (*T. scripta*) la cual es una especie importante para los pobladores del APFFLT, el estado de Tabasco, Campeche y Quintana Roo (Zenteno et al., 2001; Calderón-Mandujano, 2008; Beauregard et al., 2010; Laparra et al., 2011). Los lugares donde las observan con mayor frecuencia son los ríos (68.51%), lagunas (59.25%) y el pantano (16.66%). Reconocen que las tortugas pueden vivir en cualquier lugar con agua, pero que la tortuga blanca es más sensible a las condiciones medio ambientales, por lo que solo puede vivir en ríos, ya que si seca el lugar donde se encuentre, esta no se desplaza hacia otro lugar, quedándose en el sitio hasta morir. Los asistentes al

taller mencionaron que el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) y la tortuga jicotea (*T. scripta*) son llevadas a los jagüeyes ya que son especies que ayudan a conservar el agua y pueden convivir juntas. En cuanto a su alimentación el 62.96% mencionaron que se basa de plantas acuáticas; 24.07% han observado que consumen frutas como el jobo (*Spondias mombin*), mango (*Mangifera indica*) y plátano (*Musa sp.*) y el 12.96% de peces. Zenteno et al. (2001) indican que la mayoría de las tortugas dulceacuícolas son omnívoras a excepción de la tortuga blanca que es herbívora.



Figura 2. Captura de ejemplares de tortuga blanca (*D. mawii*)

Uso y aprovechamiento de las tortugas dulceacuícolas

La principal razón por la que los pobladores del APFFLT han capturado alguna tortuga es para comerla (40.74%; n=22). En un estudio realizado por Flores-Puebla (2009), los pescadores mencionaron que las tortugas son un producto importante comercialmente y aunque no esté permitida su captura, representan una alternativa económica significativa para los pescadores, sobre todo en temporadas de escasez de pesca. El 38.88% (n=21) de las personas indicaron que las capturas se realizan en los ríos, el 22.22% (n=12)

que en las lagunas, el 5.55% (n=3) en pantanos y el 3.70% (n=2) en los arroyos. Entre las técnicas que utilizan para su captura, mencionan principalmente la pesca con arpones, anzuelo, trampas y buceo (Figura 2). Los pobladores del APFFLT no tienen herramientas específicas para la pesca de tortugas a diferencia de los pescadores de la cuenca baja del Papaloapan en Veracruz, quienes describen las "nasas para tortuga" (red rústica) dentro de las artes de pesca que utilizan e indican el uso de tortilla y mojarra como carnada para la captura (Flores, 2009). Un método común es la búsqueda de heces que floten en el agua, si perciben que son completas indican que se encuentran en menos de 50 m por lo que esperan a que salgan a respirar para capturarla.

La tortuga es un animal que desde la época prehispánica ha sido utilizada como un recurso alimenticio debido a su abundancia en la región (Castro et al., 2013); sin embargo, aunque actualmente las poblaciones de tortugas han disminuido y hay restricciones legales para su consumo, éste continúa de forma muy arraigada en algunos lugares y culturas siendo parte de la identidad de algunos pueblos no solo de México, sino también de países de Sudamérica (Hernández y Spín, 2003; Flores, 2009; Escobedo-Galván et al., 2011; Castro et al., 2013; Guevara y Pichardo, 2017). Las personas del APFFLT indicaron que se consume todo el cuerpo y que los principales platillos que preparan son: tortuga en estofado y guisada con masa, yuca y plátano; otros platillos mencionados fueron en adobo, caldo y sopa. Existen otros platillos que utilizan la carne de tortuga como base, como "el pochitoque" en verde y la tortuga en sangre, platillos considerados como manjares y parte de la gastronomía del estado de Tabasco y Campeche, ofrecidos en algunos lugares bajo el nombre de "mole blanco" por el que las personas llegan a pagar \$150 pesos mexicanos (7.5 USD) (Almeida, 2015; Casanovas, 2016). La temporada en la cual su consumo es mayor, es semana santa porque son animales considerados de "carne blanca". Mencionaron que todas las tortugas pueden ser aprovechadas como alimento, ya que

su carne tiene un sabor dulce, pero que la textura es muy blanda por lo que reconocen a la tortuga jicotea como la de mayor demanda debido a que su carne es considerada la más sabrosa de todas por tener una textura más dura que le confiere mejor sabor, además que es la más fácil de capturar; esto es similar a lo encontrado por Flores (2009), quien en un estudio realizado en Veracruz, reportó que es la especie preferida para consumo. Para el caso de la tortuga mojina, el 100% de los entrevistados y asistentes al taller mencionaron que no la consumen ya que tiene una carne muy dura y "llora mucho" al momento de matarla, provocándoles lástima tanto por los sonidos que emite como por las lágrimas que derrama. El principal método de sacrificio es meter a las tortugas vivas directamente al agua caliente para cocinarlas; para el caso de la tortuga blanca y jicotea antes les realizan cortes entre el plastrón y el caparazón cerca de las articulaciones de las extremidades para posteriormente introducir las al agua caliente donde serán cocinadas.

Únicamente el 3.70% (n=2) de los entrevistados mencionaron otro uso para las tortugas específicamente para la tortuga mojina, la cual se considera

común como mascota de los niños; también mencionaron que anteriormente la concha de la tortuga blanca se utilizaba para desgranar el maíz (*Zea mays* L.), pero es una práctica que ya no se emplea debido a que en la actualidad existen herramientas para hacerlo. En cuanto al lugar donde se comercializan, algunas personas comentaron que se consiguen con vecinos, en veterinarias y el mercado. El costo depende del tamaño, facilidad de encontrarla y el tipo de tortuga. El precio promedio es de \$300 (15 USD) por una tortuga de aproximadamente 30 cm. En el caso de la jicotea se comercializa a un precio de \$150 (7.5 US), y es la más económica y de mayor comercialización. Las especies más baratas son el guao y el pochitoque, llegando a vender a esta última en \$10 (0.5 USD). La tortuga blanca es la más cara, se cotiza en aproximadamente \$1,000.00 (50 USD) ya que son las más grandes. El precio aumenta hasta 100% en semana santa. Durante uno de los recorridos se observó ofertar a orilla de carretera tortugas jicotea a la venta a \$100 (5 USD) el ejemplar (25 cm de tamaño).

Percepciones respecto a la conservación de tortugas dulceacuícolas

Las primeras palabras con las que los pobladores del APFFLT relacionan el término "tortuga" son: "comida", "caldo", "puchero", "negocio" "caparazón", "lástima", "miedo", "muerden" y "curiosidad". La importancia que le dan el 79.62% (n=43) de los entrevistados es porque están en peligro de extinción, ayuda en la conservación del ecosistema, equilibra la cadena alimenticia y ayuda a mantener lagunas y ríos. Se preguntó si en algún momento han considerado ser afectados por las tortu-

gas, el 100% (n=54) de los entrevistados dijeron que no, indicaron que son animales muy bonitos, que no hacen daño y que están conscientes de que sin ellas no existirían las lagunas. Los problemas que consideran que afectan a esta especie son la sequía, captura para consumo que se hace todo el año, misma que aumenta en la temporada de semana santa; además de las quemadas, que destruyen el hábitat. También refieren la sobrepoblación humana, el cambio de uso de suelo principalmente para actividades agropecuarias y golpes de motor de lancha.

Algunas de las estrategias que mencionaron para la protección de las tortugas fueron crear grupos de vigilancia y monitoreo, brindar protección de los lugares que habitan, cuidar el medio ambiente, el río y la laguna, evitar la cacería para el comercio, que se mantenga prohibida su captura, informar a las personas de su importancia en el medio ambiente, que existan programas de conservación, revisión de embarcaciones y se dé continuidad a los proyectos de conservación de especies. A la única especie que reconocen se encuentra en peligro de extinción es la tortuga blanca, desconociendo el estatus de las otras especies. La tortuga blanca es una de 25 especies de tortugas más amenazadas del mundo (Macip-Ríos et al., 2015); sin embargo, todas las demás especies se encuentran catalogadas en alguna situación de riesgo por la NOM-059 (SEMARNAT, 2010).

CONCLUSIONES

Las personas del APFFLT tienen amplio conocimiento de las especies de tortugas dulceacuícolas que habitan el área ya que forman parte de su hábitat y conviven con ellas. Consideran a estas especies muy importantes para la conservación y el equilibrio del ecosistema, y su consumo en el APFFLT es muy arraigado en la población por lo que son cazadas y vendidas sobre todo en la temporada de "semana santa". Es necesario realizar monitoreo biológico para hacer estimación de las poblaciones de todas las especies de tortugas dulceacuícolas ya que existen pocos datos de ello, así como implementar acciones de vigilancia contra su captura dentro y en los alrededores del área. Se deben dirigir esfuerzos de sensibilización a los pobladores del área como campañas de educación ambiental para disminuir su consumo, además de promover la cría intensiva legal de estas especies.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y al programa de conservación de especies en Riesgo (PROCER) por el financiamiento otorgado. A Pedro Estrada Estrada y Gerardo Jiménez Barrios; a los integrantes de los comités de monitoreo y vigilancia de Palizada, Aguacatal e I. Zaragoza.

LITERATURA CITADA

- Almeida A. 2015. Pochitoque en verde, manjar ancestral. Diario de Tabasco. Publicado el 8 de Abril 2015. Consultado el 15 de Agosto 2017. Disponible en: <http://columnastabasco.blogspot.mx/2015/04/tabasco-pochitoque-en-verde-manjar.html>
- Beauregard S.G., Zenteno R.C. E., Armijo T.R., Guzmán J.E. 2010. Las tortugas de agua dulce: Patrimonio zoológico y cultural de Tabasco. Kuxulkab' Revista de divulgación. 17(31):5-18.
- Barrios C., Buenrostro M. 2002. Ingredientes, utensilios y técnicas de la cocina prehispánica. Arqueología mexicana. 12:8-9.

- Bezaury-Creel J., Gutiérrez-Carbonell D. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, 385-431.
- Calderón-Mandujano R.R. 2008. Conocimiento y uso de la tortuga blanca en diez ejidos en el sur de Quintana Roo, México. *Etnobiología*. 42-55.
- Casanovas M. 2016. El plato con tortuga que avergüenza a los mexicanos. *PlayGround*. Publicado el 26 de julio de 2016. Consultado el 17 de Agosto 2017. Disponible en: http://www.playgroundmag.net/food/plato-tortuga-divide-mexicanos_0_1798620136.html
- Castro C.A., Merchán F.M., Garcés R.M.F., Cárdenas T.M.A., Gómez V.F. 2013. Uso histórico y actual de las tortugas charapa (*Podocnemis expansa*) y terecay (*Podocnemis unifilis*) en la Orinoquia y la Amazonia. *Biota Colombiana*, 14(1): 45-64.
- Cisnado X., Avila C.R. (S/F). METAPLAN. Una metodología de diagnóstico y moderación Grupal. Recuperado de http://www.marn.gob.gt/documentos/guias/Guia_Microcuenca/anexos/anexo_08_metodologia_metaplan.pdf
- CONABIO. 2013. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Campeche. México.
- Escobedo-Galván A., López-Luna M., Vega-Pérez A. 2011. Anfibios y reptiles en la zona costera de México. *Ambiente, Biología, Manejo y Legislación de Ambientes Costeros Mexicanos*. 229-247
- Flores P.L. 2009. Tesis: Valoración y uso de tortugas dulceacuícolas en la cuenca baja del Papaloapan, Veracruz. Instituto de Ecología.
- Flores-Villela O., García-Vázquez U.O. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: 467-475.
- Guevara-Chumacero M., Pichardo F.A., Martínez C.M. 2017. La tortuga en Tabasco: comida, identidad y representación. *Estudios de Cultura Maya*. 49
- Hernández O., Espín R. 2003. Consumo ilegal de tortugas por comunidades locales en el río Orinoco medio, Venezuela. *Acta Biológica Venezuelica*. 23 (2):17-26
- INE. 1997. Instituto Nacional de Ecología Programa de Manejo de la Zona de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. INE. D.F. México. 167 pp.
- Ippi S., Flores V. 2001. Las tortugas neotropicales y sus áreas de endemismo. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 84: 49-63.
- Laparra-Torres K., Hernández F.A.A., Uribe A.M., Hernández V.U. 2011. Características reproductoras de la tortuga dulceacuícola hicotea (*Trachemys venusta*) Kuxulkab' Revista de divulgación 17(33):26-38.
- Macip-Ríos R., Ontiveros R., López-Alcaide S., Casas-Andreu G. 2015. The conservation status of the freshwater and terrestrial turtles of Mexico: a critical review of biodiversity conservation strategies. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(4), 1048-1057. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2015.09.013>
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana. 059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.
- Wilson E.O., Brown W.L. 1953. The subspecies concept and its taxonomic application. *Systematic Zoology*; 2:97.
- Zenteno R.C., Sánchez M.A., Cruz M.R., Torres E.R. 2001. Historia natural de las tortugas dulceacuícolas del ejido Río Playa, Comalcalco, Tabasco. Kuxulkab. Revista de divulgación. División Académica de Ciencias Biológicas de la UJAT. 6(12):2-22.



EL CARÁCTER SIMBÓLICO COMO FACTOR DE CONSERVACIÓN DEL COYOTE (*Canis latrans* Say) Y TLACUACHE (*Didelphis virginiana* Kerr) EN LA MIXTECA POBLANA, MÉXICO

THE SYMBOLIC CHARACTER AS A CONSERVATION FACTOR OF COYOTE (*Canis latrans* Say) AND OPOSSUM (*Didelphis virginiana* Kerr) IN THE PUEBLA MIXTECA REGION, MÉXICO

Estrada-Portillo, D.S.¹, Rosas-Rosas, O.C.¹, Parra-Inzunza, F.¹, Guerrero-Rodríguez, J.D.¹, Tarango-Arámbula, L.A.^{2*}

¹Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Km. 125.5 carretera federal México-Puebla (actualmente Boulevard Forjadores de Puebla), C.P. 72760, Puebla, Puebla, México. ²Posgrado de Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí. Calle Iturbide 73, Colonia Centro, C.P. 78620 Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí.

*Autor de correspondencia. ltarango@colpos.mx.

RESUMEN

Las percepciones y actitudes que las personas de las comunidades de la Mixteca Poblana (México) tienen hacia el coyote y el tlacuache (*Canis latrans* y *Didelphis virginiana*) se basan en experiencias y conocimiento locales, estructuradas por interacciones, pasadas y presentes. Para entender la asociación cultural y usos que se les proporciona, es necesario abordar la problemática que enfrentan desde un enfoque integral. El objetivo de este estudio fue conocer la percepción y simbología que tienen los habitantes de la Mixteca Poblana sobre dichas especies, así como los saberes locales relacionados con su conservación. Para ello, se determinó el valor de uso, el índice de importancia cultural (IIC) y mitos que se tienen sobre ellas. Los resultados indicaron que el coyote y el tlacuache infunden

miedo en

los habitantes de la Mixteca Poblana, tanto por el contexto cultural, como por la inteligencia percibida de éstas, las cuales consideran "malignas", peligrosas, y que no tienen importancia de conservación. Sin embargo, se requiere revertir esta percepción, pues su extinción impacta en otros elementos del ecosistema rompiendo su balance natural.

Palabras clave: Conocimiento, índice de importancia cultural, percepciones, usos.



Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio. 2018. pp: 66-71.

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

ABSTRACT

The perceptions and attitudes that people have in the communities of the Puebla Mixteca region (México) towards coyote and opossum (*Canis latrans* and *Didelphis virginiana*) are based on local experiences and knowledge, structured by interactions, past and present. To understand the cultural association and uses that are given to them, it is necessary to address the problematic they face from an integral approach. The objective of this study was to understand the perception and symbology that inhabitants of the Puebla Mixteca region have about these species, as well as the local knowledge related to their conservation. For this purpose, the value of use, the cultural importance index (CII), and the myths present about them were established. The results indicated that the coyote and the opossum instill fear in the inhabitants of the Puebla Mixteca region, both from the cultural context and from the intelligence perceived in them, which they consider to be "malignant", dangerous; and that they not have conservation importance. However, it is necessary to revert this perception, for their extinction impacts on other elements of the ecosystem breaking their natural balance.

Keywords: knowledge, cultural importance index, perceptions, uses.

altamente significativo en las sociedades como en la cosmogonía de esta zona. Un ejemplo de ello, son los códigos mixtecos plasmados en piel de venado (*Odocoileus virginianus*), los cuales describen como se planta la milpa (*Zea mays* L.) y tienen una forma particular de lectura (Jansen y Pérez Jiménez, 2008).

Al valle de Tehuacán, Puebla, se le considera la zona donde se domesticó el maíz (*Zea mays* L.), y los símbolos y mitos relacionados con este cultivo son numerosos, se cree que el hombre actual fue creado del maíz, por lo que a este cultivo se le considera como un dios en las culturas precolombinas (Fuentes, 1995). Dentro de sus deidades se incluyen especies como el puma (*Puma concolor*), el águila (*Aquila chrysaetos*), la serpiente (*Serpentes* spp.), el coyote (*Canis latrans*) y el tlacuache (*Didelphis virginiana*), entre otros (Gámez-Espinosa, 2006). El conocimiento y entendimiento que tienen las personas sobre el coyote y el tlacuache son importantes en la percepción y la actitud hacia ellos, estas percepciones dependen de sus interacciones pasadas y presentes con éstas especies (Kellert, 1996). Para entender la asociación cultural y los usos que se le dan al coyote y al tlacuache en particular, es necesario abordar la problemática que enfrentan estas especies desde un enfoque integral (Steiner, 2002). Como parte de este enfoque se debe hacer un rescate de los saberes locales, donde es importante conocer y documentar las leyendas, ceremonias y ritos que giran alrededor de la cacería de éstas especies (Mandujano y Rico-Gray, 1991). Por ello, el objetivo de esta investigación fue conocer la percepción y simbología que tie-

INTRODUCCIÓN

La importancia que se le confiere al coyote (*Canis latrans* Say) y al tlacuache (*Didelphis virginiana* Kerr) está determinada desde el enfoque económico, ecológico y cultural que tienen los mamíferos silvestres en todos los ecosistemas y sistemas de producción. Prueba de ello es la diversidad de usos que se les asigna, tales como alimentación, medicina, ornato, deporte, artesanal, comercio y rituales que tienen en las comunidades rurales, además de la importancia científica, estética, recreativa y educativa, que se le ha conferido por instituciones gubernamentales (Pérez *et al.*, 1994). Los carnívoros como el coyote y el tlacuache tienen fuerte connotación cultural en los pueblos de Mesoamérica, apreciada en las artesanías, esculturas zoomorfas, símbolos, pinturas y el vasto conocimiento de la biología de estos animales de las culturas originarias (Berkes *et al.*, 2000). El universo simbólico y político de las sociedades indígenas en Puebla tiene como base la visión de un cuento antiguo que relata como el pequeño, pero astuto tlacuache, logra vencer al coyote y adueñarse otra vez de su bosque (Beaucage, 1974). Actualmente, la mayoría de los habitantes en el medio rural, aprovechan al coyote y al tlacuache con fines alimenticios, como alternativa médica, o bien, lo comercializan con propósitos religiosos o culturales (Ojasti, 2000). Éstas especies pueden ser benéficas (uso alimenticio y medicinal) o perjudiciales (daños a cultivos y a la ganadería) lo que determina su importancia de conservación de manera local (Monroy-Vilchis *et al.*, 2008).

La Mixteca poblana es una región mezo de tipo étnico, forma parte de la macro región que comprende el oeste de Oaxaca, el sur de Puebla y el Noroeste de Guerrero (Guízar y Granados, 1996). En esta región, los animales y plantas tienen un carácter simbólico, por lo que representan un papel

nen los habitantes de la Mixteca Poblana sobre el coyote y el tlacuache, así como la aplicación de saberes locales en su conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio, ubicada en la Mixteca Poblana (México), pertenece a la cuenca del río Balsas, al sur del estado de Puebla, tiene un clima subhúmedo con lluvias en verano y áreas con clima semiseco muy cálido donde se presenta vegetación menos densa y elementos xerófitos (García, 2004). En su fauna se registran 114 especies de mamíferos, de ellos, destacan las especies de importancia comercial como el pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), puma (*Puma concolor*), tigrillo (*Leopardus wiedii*), ocelote (*Leopardus pardalis*), coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el tlacuache (*Didelphis virginiana*), entre otros (Pérez et al., 1994; Estrada-Portillo, 2010). El presente trabajo se realizó en los municipios de Cuautinchán, Chiautla, Huehuetlán el Chico, Huehuetlán el Grande, Jolalpan y Teotlalco de la región Mixteca Poblana (Figura 1).

Para conocer la percepción y simbología que tienen los habitantes de la Mixteca Poblana sobre el coyote y el tlacuache, así como la aplicación de saberes locales en su conservación, se aplicaron 145 entrevistas dirigidas a habitantes de las comunidades en referencia. Se aplicaron a varones en un rango de edad de 18-90 años, informantes clave (habitantes que pueden informar sobre los cambios en la comunidad y el uso de los recursos naturales, miembros del comisariado ejidal, guías de cazadores pertenecientes a la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre-UMA de la comunidad, habitantes que hayan visto, cazado o se hayan visto afectadas por alguna de estas especies). Para conocer el valor de uso y la importancia cultural del coyote y el

tlacuache se utilizó el Índice de Importancia Cultural (IIC) propuesto por Figueroa-Solano (2000), donde, la información que se incluyó en el IIC fue el número de usos sobre el Coyote o Tlacuache, el número de usos de todas las especies de interés, el número de menciones para una especie y el número de menciones para todas las especies de interés. Las percepciones se determinaron por medio de respuestas de opción múltiple, donde el entrevistado eligió si la especie en cuestión le agradaba, desagradaba o le era indiferente y el motivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El coyote en la Mixteca Poblana, tiene seis usos, sobresaliendo los de amuleto y medicinal (Figura 2). El uso de animales para aliviar padecimientos de origen cultural como el mal de ojo o "aire" es muy común. En el caso específico del coyote, este es especialmente cazado por sus colmillos que colocan en niños con llanto continuo o con malestar sin razón aparente, para protegerlos y quitarles el "mal de ojo o el aire" que pudieron haber cogido en su paso por un cementerio, río o algún lugar concurrido. En la zona de estudio, el comercio de estas especies por encargo, para aliviar enfermedades es relevante, pues un colmillo de coyote se vende hasta en \$500 pesos mexicanos (\$25 USD); sin embargo, los entrevistados mostraron reticencia para responder esta pregunta, por temor a ser denunciados ante las autoridades.

En esta categoría también se incluyó a los usos míticos, tales como el ano seco del coyote para atraer al sexo opuesto, y la frente para infundir miedo y respeto. Los entrevistados respondieron que el coyote en la frente tiene "una piedra" (por la predisposición genética de la especie, se reproducen células de forma desmedida en la cabeza de la mayoría de los coyotes, por lo que esta "piedra" es en realidad un tumor). Si

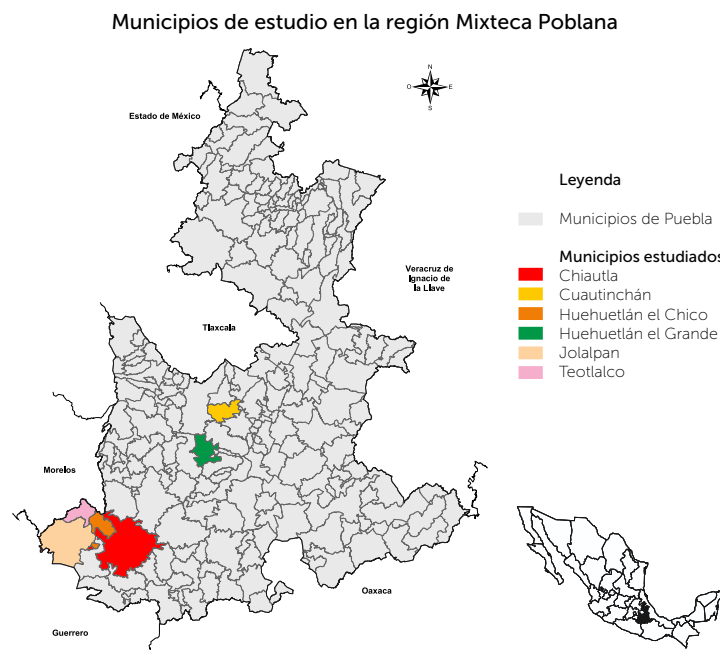


Figura 1. Ubicación de los municipios que comprendieron el área de estudio.

se pretende infundir respeto, esta piedra se coloca en el sombrero, pero si se pretende infundir miedo, se coloca en la suela del zapato.

En los códices de los Mixes, así como en los de otros grupos indígenas, existe un vínculo estrecho entre el fuego y el coyote, se cree que este animal robó el fuego a los dioses para proporcionárselo a la humanidad (Miller, 1956). En los mitos del México antiguo, hay una connotación sexual entre encender el fuego, el sexo y por ende el coyote, y es por ello que este animal es un referente para atraer al sexo opuesto. En la Mixteca Poblana, el carácter lúbrico de este animal es acorde con las simbologías que representa a este animal cuetzpalin, símbolo fálico bien conocido en Mesoamérica y del verbo náhuatl coyoquetza "erguirse como coyote" que hace referencia a tener relaciones imitando a los animales (Seler, 1963). En los códices Mixtecos se representa al coyote como un Dios músico, lúbrico, ladrón del fuego, héroe astuto y chismoso, un guerrero que siembra discordia (Codex Nutall, 1975). En la zona de estudio se sigue considerando al coyote como un animal con cualidades para tener suerte en el amor o la atracción sexual.

De los usos que se le proporcionan al coyote está el medicinal para padecimientos fisiológicos; la grasa del coyote se utiliza para atacar dolores fuertes o reumáticos y para aliviar enfermedades de vías respiratorias. Para ello, se hierva la carne del animal hasta que libera la grasa del músculo, se deja enfriar y se retira la grasa del resto del caldo, ésta se unta en los lugares con problemas, la carne se consume y el caldo se ingiere. La carne también se utiliza

como antiinflamatorio, para reducir peso, reforzar el sistema inmune, curar la diabetes, asma, e incluso el cáncer. La forma de cocinar la carne del coyote es en barbacoa (se hace un hoyo en la tierra, donde se coloca carbón al rojo vivo y se mete la carne de coyote envuelta en pencas de *Agave* sp.). Otra modalidad es en guasmole, para preparar este guiso hay que cocer la carne con ajo (*Allium sativum* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.), poner a hervir los chiles (*Capsicum* sp.), el tomatillo y jitomate (*Solanum lycopersicum*), molerlos con ajo y cebolla; freírlos en manteca, se sazonan y se prepara una salsa que se mezcla con la carne precocida en su caldo. El huaje (*Leucaena leucocephala*) crudo se muele y se agrega; cuando el guiso está hirviendo, se añaden hojas de aguacate (*Persea americana* Mill.) y cilantro (*Coriandrum sativum* L.). Los entrevistados también reportaron que la carne de coyote se prepara asada, frita, como carne seca y en mixiote. La piel y patas que por motivos de estética o bien porque no fueron cortados de manera efectiva para ser exhibidas como trofeo se utilizan como tapetes, para forrar sillones, sillas, percheros o adornos en las paredes y en algunas ocasiones se colocan sobre una base de madera.

Usos del coyote

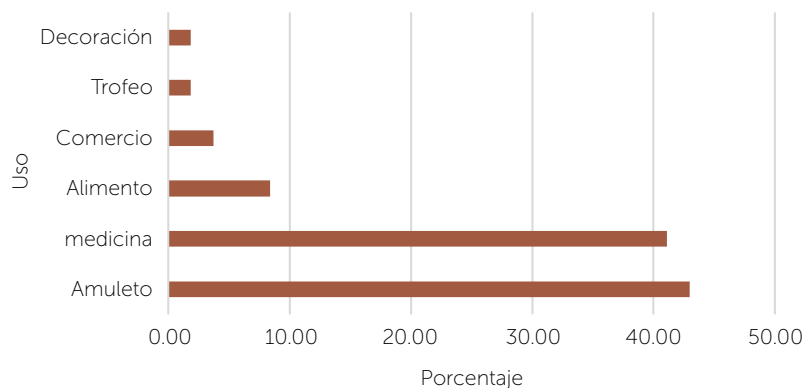


Figura 2: Usos del coyote (*Canis latrans*) en el área de estudio.

Los entrevistados tienen la creencia que el coyote es un ser vengativo de los daños que se le atribuyen. Si le quitan una presa, no lo olvida y después de varios días reconoce al raptor, le sale al encuentro y "lo hipnotiza" para que lo conduzca a su casa, entra en ella y mata todos los animales domésticos, además de atacar y morder a la persona que robó su presa. Las creencias histórico-culturales que han rodeado a este animal a través de los años, al cual le atribuyen habilidades extraordinarias como la hipnosis, intimidación o como un animal "maligno", provocan que esta especie sea muy perseguida por causar daños a cultivos y a los animales domésticos. A pesar de tener un Índice de importancia cultural destacado en el área de estudio (Cuadro 1), actualmente es una de las especies con mayor presión de caza y no se considera importante por los pobladores, el conservarlo.

En el área de estudio, los entrevistados también tienen una percepción negativa hacia el tlacuache. Ésta especie es más perjudicial y obtuvo un valor de uso y un índice de importancia cultural bajos (Cuadro 1). Dentro de los usos que tiene esta especie es la alimenticia, se prepara principalmente en barbacoa, aun-

Cuadro 1. Índices de Importancia Cultural de dos especies de fauna silvestre para los habitantes de la Mixteca Poblana determinados en este estudio.

Especie	Intensidad de uso	Frecuencia de mención	Valor de uso de la especie	Índice de importancia cultural
Coyote	75	80.5	86.4	82
Tlacuache	25	19.5	13.6	18

que también en mole, frito y en salsa. El otro uso que se le otorga a este animal es como remedio (Figura 3), la grasa se usa para el dolor de huesos o para desinflamar el abdomen (bajar de peso), y para inhibir el veneno de algunos animales como el de la víbora de cascabel, alacranes y arañas. La cola del tlacuache sirve como cicatrizante y evita la infección de heridas; asimismo, ayuda en el metabolismo eliminando el estreñimiento, algunas personas mencionaron que puede acelerar el parto y regularizar la regla (menstruación).

Dentro de las creencias prehispánicas, el tlacuache es considerado también como un Dios, que se equipara con el coyote, pues en época de frío el tlacuache astuto robó el fuego que resguardaban siete Dioses jaguares, lo escondió en su marsupio y lo compartió con el hombre. En el Códice de Nuttall, al tlacuache se le vincula con ceremonias como el juego de pelota, el cruce de caminos, la decapitación, con las ceremonias de año nuevo, de la luna, del pulque (*Agave sp.*), entre otros; donde luce mantos multicolores, tocados ricos, bastones y se le encuentra sentado en taburetes hechos con la piel del jaguar (Codex Nutall, 1975).

En los códices y vestigios prehispánicos se menciona al tlacuache Dios como un saboteador perfecto, mentiroso y astuto ladrón que robó el secreto de la fabricación del pulque, el aguardiente y el tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) (Berrin y Pasztory, 1993), estas características se mezclan con la propiedad ladina con la que se asociaron los indígenas al "engañar" a los evangelizadores españoles. Los indígenas siendo la mano de obra en la construcción de iglesias, enterraron objetos, símbolos y

figuras de Dioses prehispánicos, de esta manera permanecieron fieles a sus antiguas creencias mientras estaban en los templos católicos. Este engaño, durante la época en la que perecieron más de 25 millones de indígenas por la persecución de los conquistadores, fue el medio por lo que la cultura y creencias de los pueblos originarios pudieron sobrevivir, tal como lo es para el tlacuache (Beaucage, 1974). Esta característica de engaño que se otorga al tlacuache provocó que la veneración a la que fue objeto cayera en desuso para las generaciones modernas, quedando solamente el contexto de ser un animal perjudicial, mentiroso y ladrón de animales domésticos, como se pudo constatar en la Mixteca Poblana. La semejanza de "las manitas" del tlacuache con las del hombre, hacen que este animal en la Mixteca Poblana provoque temor en los humanos, pues se rumora que "sabe" abrir puertas, quitar tapas, piedras y otras trampas que le ponen para acceder a la comida de las casas, es un ladrón sanguinario pues degüella a las gallinas. También roba el maíz incluso de las trojes (almacenes) o cuartos, roba el aguamiel de los cuencos del maguey y es muy "dañoso", tal y como lo describen los entrevistados. El coyote y el tlacuache al ser especies sin importancia y perjudiciales, no son prioritarias para su conservación; por el contrario, para evitar daños en los sistemas de producción prefieren eliminarlos. En la Mixteca Poblana, la cacería es una actividad que realizan solo los hombres, la lengua nativa

en las comunidades estudiadas se ha ido perdiendo, así como las tradiciones y conocimientos e incluso la identidad. Por ejemplo, se ha perdido la veneración del Dios coyote y del Dios tlacuache, donde sus características de astucia e inteligencia más allá de dar miedo eran

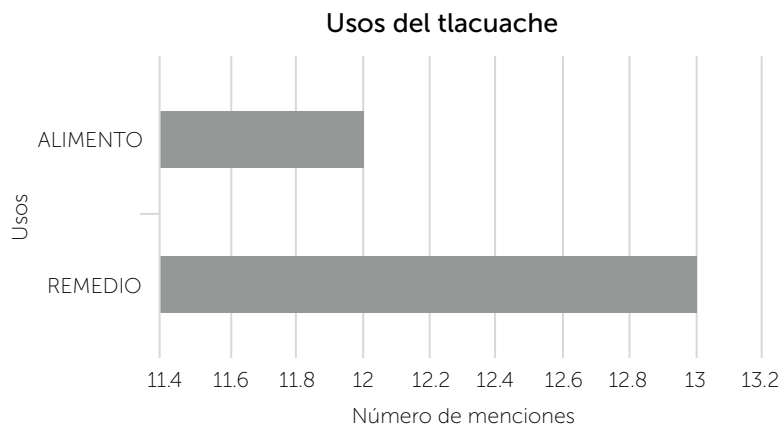


Figura 3. Usos del tlacuache (*Didelphis virginiana*) en el área de estudio.

consideradas como ejemplos de atributos a seguir, incluyéndolos en los ejércitos guerreros que eran una élite en la sociedad prehispánica.

CONCLUSIONES

El coyote en la Mixteca Poblana enfrenta una presión de caza por los múltiples usos que representa, y se incrementa por su persecución como especie perjudicial, y aunque tiene una importancia cultural notable en la región, la percepción es negativa por las creencias, mitos, y en general, por el miedo que infunde en las personas. Estas características, impiden que sea una especie con prioridad de manejo y conservación en las comunidades estudiadas. El tlacuache que no se considera un recurso alimenticio importante, de acuerdo a los entrevistados, es la especie que más daño causa a los cultivos. Asimismo, genera desconfianza y temor en los humanos por la inteligencia que se le atribuye, y tiene los índices de importancia cultural y de valor de uso más bajos. Este trabajo consideró los aspectos culturales, el valor de uso y las percepciones locales para conocer más sobre la relación entre las comunidades rurales y la fauna que aprovechan, así como de los saberes que la comunidad posee de su entorno natural. Se considera importante que para que los pobladores de la Mixteca Poblana logren un uso sustentable

de sus recursos naturales, se requiere de la organización de talleres de evaluación participativa y que como resultado de estas evaluaciones se diseñen cursos de revalorización de las especies para recuperar la identidad de deidad y respeto a estas especies.

LITERATURA CITADA

- Beaucage P. 1974. Comunidades indígenas de la Sierra Norte de Puebla. *Revista Mexicana de Antropología*. 36 (1): 111-146.
- Berrin K., Pasztory E. 1993. Teotihuacan. Art from the city of the Gods. Thames and Hudson, The Fine Arts Museums of San Francisco.
- Berkes F., Colding J., Folke C. 2000. Rediscovery of traditional knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*. 10: 1251-1262.
- Codex Nuttall. 1975. A picture manuscript from ancient Mexico. Edited by Zelia Nuttall. Dover Publications, New York.
- Estrada-Portillo D.S. 2010. Riqueza de especies de mamíferos carnívoros en el Centro de México en relación a las Áreas Naturales Protegidas. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Figueroa-Solano E. 2000. Uso agroecológico, actual y potencial, de especies arbóreas en una selva baja caducifolia perturbada del suroeste del Estado de México. Tesis, Maestría Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Fuentes L. 1995. Estudios de la Mixteca Poblana, textos de geografía del estado de Puebla, El Colegio de Puebla AC., Puebla.
- Gómez-Espinosa A. 2006. Popolocas. Serie pueblos indígenas del México contemporáneo. Comisión Nacional para el desarrollo de los Pueblos Indígenas. México.
- García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 5ª. ed. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F. 90 p.
- Guízar-Nolazco E., Granados Sánchez D. 1996. Ecología de la vegetación secundaria del suroeste de Puebla. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales* 2(1): 53-59.
- Jansen M., Pérez-Jiménez G. A. 2008. Paisajes sagrados: Códices y arqueología Ñuu Dzauí. *Itinerarios* 8: 83-112.
- Kellert S.R. 1996. *The Value of Life: Biological diversity and human society*. Island Press, Washington, DC, EEUU.
- Mandujano S., Rico-Gray V. 1991. Hunting, use, and knowledge of the biology of the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus* Hays) by the maya of central Yucatan. *Journal of Ethnobiology*. 11(2): 175-183.
- Miller W.S. 1956. *Cuentos mixes*. México, INI
- Monroy-Vilchis O., Cabrera L., Suárez P., Zarco-González M.M., Rodríguez-Soto C., Urios V. 2008. Uso tradicional de vertebrados silvestres en la Sierra Nanchititla, México. *Interciencia*. 33(4): 308-313.
- Ojasti J. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. SIMAB Series N° 5. Smithsonian Institution / MAB Program. Washington, D. C.
- Pérez R., Jaramillo F., Muñiz M., Torres M. 1994. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Seler E. 1963. *Comentarios al Códice Borgia*. Vol. 2, México, FCE.
- Steiner F. 2002. *Human ecology. Following nature's lead*. Island Press. USA, Washington.



SISTEMA DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE FAUNA SILVESTRE EN LA REGIÓN DE ALTA MARGINACIÓN DEL ALTIPLANO POTOSINO

Clemente-Sánchez, F.^{1*}, Palacio-Núñez, J.¹, Tarango-Arámbula, L.A.¹, Martínez-Montoya, J.F.¹

¹Programa de Posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, SLP, 78620, México.

*Autor por correspondencia: clemente@colpos.mx

PROBLEMA

A partir del 2001, el Gobierno Federal Mexicano (SEMARNAT-DGVS), con la publicación de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) sustenta el aprovechamiento de la fauna en el territorio mexicano a través del registro de predios bajo la denominación de Unidades de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), lo que hace posible el establecimiento de empresas para hacer uso del recurso natural de flora y fauna silvestres. En la actualidad, son más de 12,570 UMA registradas, las cuales contemplan una superficie total de más de 38.78 millones de hectáreas. Bajo este registro, son diversos los casos de éxito que se conocen sobre el aprovechamiento sustentable de fauna silvestre cinegética en los estados de Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Nuevo León, Aguascalientes y Yucatán, principalmente. Sin embargo, la mayoría de estos casos se refieren a predios particulares como ranchos ganaderos diversificados donde los dueños de los predios cuentan con el capital económico para sufragar los gastos de operación. El caso opuesto es un gran número de UMA, que no obstante obtuvieron su registro bajo el apoyo económico de programas nacionales, han sido abandonadas en su operación por la falta de recursos económicos para solventar el ejercicio de las mismas, poniendo en riesgo la conservación de las especies de fauna, además de motivar el aprovechamiento ilegal bajo el argumento de que cuentan con el registro de UMA. Estos casos son generalizados a nivel nacional en terrenos ejidales donde es necesario implementar sistemas que garanticen la operación de la empresa, en beneficio de sus agremiados y la conservación de la biodiversidad.

SOLUCIÓN PLANTEADA

Por lo anterior, desde el 2006, el Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, con un grupo de profesores investigadores en fauna silvestre, se dio a la tarea de desarrollar e implementar un sistema operativo eficaz, que garantizara el éxito de una empresa ejidal bajo la estructura de UMA con 298 ejidatarios, ubicada dentro de la Microrregión de Atención Prioritaria (MAP-Salinas) que corresponde a una zona de alta marginación del Altiplano Potosino, con el objetivo de operar la unidad para el aprovechamiento sustentable de la fauna silvestre, considerando el mantenimiento y la mejora de su hábitat.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio, 2018, pp: 72-75.

Recibido: octubre, 2017. **Aceptado:** mayo, 2018.

El sistema se explica bajo un esquema de varios componentes (Figura 1). El primero consiste en el monitoreo de especies de fauna silvestre con potencial de aprovechamiento en una superficie de 9108 hectáreas, del Ejido Rincón de Diego Martín, en el Municipio de Salinas, San Luis Potosí. El monitoreo de las especies que se distribuyen de forma natural dentro de la UMA dio testimonio de su abundancia y de la magnitud en que podrían aprovecharse. Conoci-

en asambleas, los componentes del sistema fueron incorporándose de forma sistemática.

El segundo componente consiste en la elaboración presentación del Plan de Manejo de la UMA ante la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) que contiene acciones específicas que garantizan la conservación y aprovechamiento sustentable de las especies con interés de ser aprovechadas. De esta manera,

que para el caso estuvo conformado por especialistas en manejo de fauna silvestre del Campus San Luis Potosí quienes participarían de forma permanente; así como un grupo de ejidatarios (15) que fueron capacitados en el servicio de atención a cazadores durante la temporada de caza. Estos ejidatarios son contratados por la UMA a través de la creación de empleos temporales. El cuarto componente consistió en la consolidación del sistema a través de la construcción de infraestructura que permitió el hospedaje y alimentación de los cazadores durante la temporada de caza, permitiendo incrementar el número de ejidatarios como beneficiarios directos y el ingreso económico al ejido para el beneficio de la comunidad que lo conforma. En esta etapa se iniciaron acciones dirigidas al mejoramiento del hábitat para las especies de interés, lo cual incrementó la capacidad de producción de la UMA. Dado el problema comentado en el fundamento del sistema, en cuanto a la falta de recursos, a través del programa en apoyo a la UMA por parte de la DGVS, se logró obtener subsidios que fueron fundamentales para esta cuarta etapa.

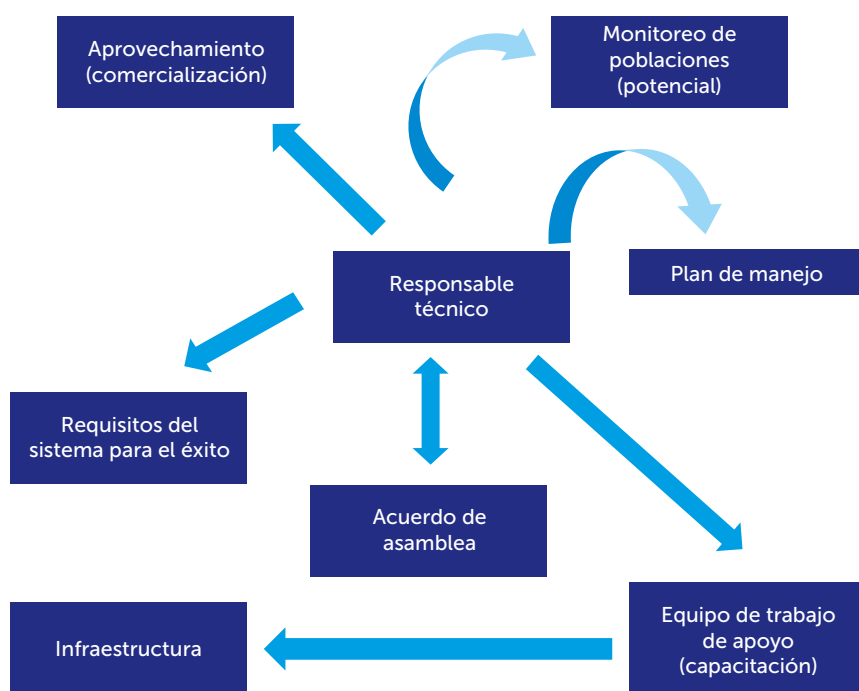


Figura 1. Esquema de los componentes que interactúan en el sistema para la operación exitosa de una UMA ejidal en zonas de alta marginación.

do el potencial de las especies, se estableció el mecanismo de asesoría técnica que en primera instancia explicaría a los ejidatarios, el sistema de producción que se podía implementar, con sus beneficios y compromisos, tanto para el ejido como para en el presente caso con el Colegio de Postgraduados, el cual fungiría como asesor permanente en la operación del sistema a través de un Responsable Técnico, en cumplimiento a lo requerido por la LGVS. Obtenidos los acuerdos pertinentes

se logró obtener el registro para la operación de la UMA, operación que dio inicio a partir del 2006. Desde entonces, la UMA ha llevado a cabo el aprovechamiento cinegético de cuatro especies, la paloma de alas blancas (*Zenaida asiática*), paloma huilota (*Zenaida macroura*), codorniz escamosa (*Callipepla squamata*) y codorniz común (*Colinus virginianus*).

El tercer componente se refiere a la formación del equipo técnico,

El sistema ha producido beneficios tangibles que son una alternativa de la problemática nacional del abandono de UMA en comunidades ejidales. El éxito del sistema se fundamenta en su impacto, grado de innovación, y los indicadores aplicables al sistema. El sistema ha operado por once años produciendo beneficio económico por \$2,750,000.00 para sus 298 ejidatarios, de los cuales son 15 de forma directa a través de empleos temporales durante las temporadas de caza y 4 mujeres para la limpieza



Figura 2. Palapa, construida dentro del ejido con subsidio federal para el servicio de alimentación a cazadores durante la temporada de caza.



Figura 3. Cabaña construida dentro del ejido con subsidio federal para el hospedaje de cazadores durante la temporada de aprovechamiento.



Figura 4. El producto de una mañana de cacería de paloma en la UMA Ejido Rincón de Diego Martín. En el extremo derecho, el responsable técnico de la UMA con tres cazadores.



Figura 5. Ejidatario (palomero), con las palomas logradas por un cazador en uno de los sitios de caza.

Impactos e indicadores

Innovación	Impacto	Indicador General	Indicador Específico
Inducir innovaciones biotecnológicas y organizativas que capitalicen a las unidades productivas, modernizando la infraestructura y equipamiento agroindustrial y pesquero.	Vincular a diferentes instituciones con el sector agroalimentario, que abarquen desde la investigación hasta la instrumentación exitosa de soluciones sustentables, o, en su caso, rentables.	Sectores económicos	Turismo
Promover organizaciones productoras de bienes y servicios, comprometidas con el diseño, desarrollo y producción de nuevos productos y procesos de fabricación, aplicando conocimientos técnicos y científicos.	Fomentar la productividad agroalimentaria, con énfasis en proyectos productivos sostenibles, desarrollo de capacidades técnicas, productivas y comerciales, así como integración de eventos locales de producción, comercialización, inversión, financiamiento y ahorro con base en descubrimientos biotecnológicos.	Otros	Ecología
		Ambiente natural	Biodiversidad

de las cabañas y atención del comedor. Además, destaca del valor de la infraestructura construida en seguimiento al plan de manejo de la UMA, con el subsidio otorgado por el programa de la Dirección General de Vida Silvestre con un monto de \$2,300,000.00. Resulta necesario hacer énfasis en que el sistema es exitoso bajo las siguientes características: 1) la asesoría técnica es gratuita y permanente, otorgada por el Colegio de Postgraduados, que ofrece servicio técnico a través de la Microrregión de Atención Prioritaria (MAP) San Luis Potosí, como parte sustancial de sus actividades de educación, investigación y vinculación; 2) el sistema no genera ningún gasto a ser cubierto por el ejido o ejidatarios beneficiados; 3) el 100% del gasto de operación de la UMA es soportado por el pago de los cazadores a través del cobro de servicios cinegéticos; 4) el equipo técnico que atiende a la UMA son expertos en el manejo y conservación de la fauna silvestre y su hábitat, y participan con estudiantes de posgrado otorgando servicio como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, y realizan investigación que contribuye a la solución de problemas relacionados con la conservación de la fauna silvestre y su hábitat dentro de la UMA; 5) la administración es controlada por la directiva del ejido en turno, bajo la supervisión del responsable técnico; 6) en asamblea ordinaria del ejido se rinde el informe administrativo de los resultados por temporada; 7) todo el personal que participa en la operación de la UMA está capacitado y comprometido con actividades específicas encomendadas. Estos compromisos son establecidos a través de asambleas y mediante un convenio de colaboración.



PRIMER REPORTE DE LA CAPTURA DE *Setophaga coronata* (Linnaeus, 1766) (Passeriformes: Parulidae) POR UNA TELARAÑA

FIRST REPORT OF THE CAPTURE OF *Setophaga coronata* (Linnaeus, 1766) (Passeriformes: Parulidae) BY A SPIDER WEB

Zacarias-Alvarado, J. R.^{1,2*}; Rosas-Valdez, R.²

¹Posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México, C. P. 78620. ²Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, Avenida Preparatoria s/n, Colonia Agronómica, Campus UAZ II, Zacatecas, Zacatecas, México.

*Autor responsable: zacarias.rodolfo@colpos.mx

RESUMEN

Encontrar un ave atrapada en telaraña es un evento poco común en la naturaleza. En la actualidad se han documentado 69 registros en el mundo, de los cuales siete pertenecen a la Familia Parulidae y sólo un registro para el Género *Setophaga*. Este trabajo reporta para México la segunda ave atrapada en telaraña, elaborada por araña del Género *Neoscona*. En El Mezquite, Loreto, Zacatecas.

Palabras claves: ave, *Setophaga*, telaraña, El Mezquite.

ABSTRACT

Finding a bird trapped in a spider web is a very common event in nature. Recently, 69 records have been documented in the world, of which seven belong to the Parulidae family and only one record for the *Setophaga* genus. This study reports the second bird trapped in a spider web for México, elaborated by a spider of the *Neoscona* genus. In El Mezquite, Loreto, Zacatecas.

Keywords: bird, *Setophaga*, spider web, El Mezquite.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio. 2018, pp: 76-78.

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



Las aves por sus características biológicas tienen diferentes causas de muerte (Brooks, 2012), para diferentes especies, entre ellas los colibríes (*Colibri*. Spix 1824), se encuentra la causa de muerte por quedar atrapadas en telarañas (Graham 1997). Este tipo de eventos es poco común en la naturaleza, de los cuales se han registrado 69 eventos en todo el mundo (Martínez-Sánchez et al., 2013). Los 69 registros se distribuyen en 54 especies de aves. Las diferentes telarañas reportadas pertenecen a ocho géneros de arañas (*Aranens*, *Argiope*, *Eriophora*, *Latrodectes*, *Mastophora*, *Neoscona*, *Nephila* y *Nephilengys*), de los cuales el género *Neoscona* ha sido reportado en una ocasión (Brooks, 2012). Las aves de la familia Trochilidae son las más frecuentes en este tipo de eventos (Graham, 1997), caso contrario lo representa la familia Parulidae, de la cual se han reportado sólo siete eventos y uno perteneciente al género *Setophaga*, según lo reportado por Brooks (2012). En este trabajo se describe por vez primera a la especie *Setophaga coronata* atrapada en telaraña elaborada por araña del género *Neoscona*.

Setophaga coronata tiene el plumaje de la rabadilla, garganta, parte de la corona y lados del pecho de color amarillo. La nuca y el resto de las partes superiores son grises, mientras que el vientre y las tibias son blanquecinos. Las rectrices tienen manchas blancas y la cola es de forma hendida. El pico es muy corto y la ranfoteca es de color negro. Alrededor del ojo posee un anillo ocular de color blanco. La longitud del ave cuando llega a la etapa de adulto es de 13.9 cm. La alimentación de esta especie se basa principalmente en insectos pequeños, hábito que ayuda a controlar las poblaciones, evitando efectos negativos en los ecosistemas (Kaufman, 2005). *S. coronata* es residente de gran parte del continente americano (Sibley, 2001), incluyendo el estado de Zacatecas.

El lugar donde se observó este evento es en la comunidad de El Mezquite, pertenece al municipio de Loreto del estado de Zacatecas. El lugar donde se encontró atrapada el ave tiene las coordenadas geográficas N 22°

14.014' y W 101° 48.930', a una elevación de 2199 m. La vegetación del sitio es de tipo matorral xerófilo, caracterizado en su mayoría por especies del género *Opuntia*, seguidos las especies *Prosopis laevigata* y *Acacia farnesiana*, entre otras especies con menos abundancia. El 20 de diciembre del año 2014, a las 15:16 h, durante un evento de observación de aves, se escuchó un aleteo frecuente a una distancia corta; el ruido provenía de un individuo chipe coronado (*S. coronata*), el cual se encontraba atrapado en una telaraña perteneciente a una araña del género *Neoscona*. La telaraña se encontró en las ramas de una planta de la especie *P. laevigata*, a una altura de 2.35 m, con un diámetro de 42 cm; en la telaraña se encontraron un par de ovisacos de color café claro y algunas ramitas de la planta *P. laevigata*. La telaraña se encontró ligeramente destrozada, por los esfuerzos realizados por el ave para liberarse. El individuo *S.*

coronata se encontró atrapado en la parte superior de la telaraña (Figura 1), en posición horizontal, con orientación Norte-Sur. La telaraña enredaba perfectamente la punta de la tercera pluma primaria del ala derecha del ave, provocando que el ave permaneciera con el ala extendida (Figura 2), logrando que sólo aleteara con el ala izquierda y agitara el resto del cuerpo; sin embargo, los intentos por liberarse fueron infructuosos. Se observó al ave por un periodo de 30 min, tiempo en el cual no



Figura 1. Vista ventral de *Setophaga coronata* capturado en una telaraña (Foto: José Rodolfo Zacarías Alvarado).

consiguió liberarse, por el contrario, sólo logró fatigarse, razón por la cual se tomó la decisión de liberar al ave. Después de ser liberada permaneció un lapso de tiempo perchada sobre el suelo sin volar, 5 min más tarde emprendió el vuelo.

Encontrar un ave atrapada en telaraña es poco común; sin embargo, en este registro la especie *S. coronata* pudo quedar atrapada al intentar comer un insecto que posiblemente se encontraba en la telaraña, debido a que esta ave posee hábitos alimenticios insectívoros (Sibley, 2001), o por el hecho de no percatarse de la presencia de la tela al volar. Al momento de quedar atrapado en la telaraña le resultó difícil desprenderse de esta debido a su ligero peso; el adulto de la especie *S. coronata* tiene



Figura 2. Vista dorsal de *Setophaga coronata* capturado en una telaraña (Foto: José Rodolfo Zacarías Alvarado).

un peso aproximado de 12.3 g (Sibley, 2000). La mayoría de las aves atrapadas en telarañas mueren por inanición (Stiles, 1992). Es imposible que la araña del género *Neoscona* intentara capturar al ave para devorarla, por dos razones: (1) el tamaño de la araña es relativamente pequeño en comparación del tamaño que representa el ave, (2) las arañas del género *Neoscona* presentan hábitos alimentarios de tipo insectívoros principalmente (Uribe-González y Santiago-Basilio, 2012). El hecho de presenciar este tipo de eventos es inusual, no obstante, no significa que no ocurran con relativa frecuencia en la naturaleza, pero no observados por el humano (Brooks, 2012). En México sólo se tenía datos de un reporte de

aves en telaraña; este trabajo es el segundo reporte de ave atrapada en telaraña para el país y el primer reporte de la especie *S. coronata* atrapada en telaraña para el mundo.

AGRADECIMIENTOS

Daniel Ochoa Vázquez ayudó en la identificación del género de la araña que elaboro la telaraña

LITERATURA CITADA

- Brooks D.M. 2012. Birds caught in spider webs: a synthesis of patterns. *The Wilson Journal of Ornithology* 124:345-353.
- Graham D.L. 1997. Spider webs and windows as potentially important sources of hummingbird mortality. *Journal of Field Ornithology* 68:98-101.
- Kaufman K. 2005. *Field Guide to Birds of North America*. Houghton Mifflin company, New York. 389 p.
- Martínez-Sánchez I., Niño-Maldonado S., Valencia-Herverth J. 2013. Primer reporte para México del colibrí *Archilochus colubris* atrapado en una telaraña de *Nephila clavipes*. *HUITZIL* 14:110-112.
- Sibley D.A. 2000. *The Sibley guide to birds*. Alfred A. Knopf, New York. EUA. 538 p.
- Sibley D.A., Elphick C., Dunning J.B.JR.. 2001. *The Sibley guide to bird life & behavior*. Alfred A. Knopf, New York. EUA. 588 p.
- Stiles F.G. 1992. Effects of a severe drought on the population biology of a tropical hummnigbird. *Ecology* 73:375-390.
- Uribe-González E., Santiago-Basilio M.A. 2012. Contribución al conocimiento de enemigos naturales del chapulín (Orthoptera: Acridoidea) en el estado de Querétaro, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 28: 133-144.



EVALUACIÓN DE GANANCIA DE PESO EN DOS LÍNEAS DE POLLOS (*Gallus gallus domesticus* L.) BAJO UN MANEJO EN CASETAS CON AMBIENTE NATURAL

ASSESSMENT OF WEIGHT GAIN IN TWO LINES OF CHICKEN (*Gallus gallus domesticus* L.) UNDER MANAGEMENT IN NATURAL ENVIRONMENT COOPS

Arieta-Román, R.J.^{1*}; Graillet-Juárez, E.M.¹; Alvarado-Gómez, L.C.¹; Martínez-Martínez, M.¹; Gómez-Alor, J.G.¹

¹Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria – Universidad Veracruzana. Carretera Costera del Golfo km 220, Tramo Las Hojitas. C.P. 96100 Acayucan, Veracruz. México.

*Autor para correspondencia: roarieta@uv.mx

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue determinar la ganancia de peso en pollos de dos líneas genéticas, que incrementen la productividad y la rentabilidad económica de las granjas y mejorar los ingresos de los productores. Se utilizaron 80 aves machos, de los cuales 40 fueron de la línea Ross 308 y 40 de la línea Cobb 500 como tratamientos con cuatro repeticiones en un diseño completamente al azar con análisis de covarianza y comparación de medias (Tukey 5%). La variable ganancia de peso no registró diferencias estadísticas durante las primeras cuatro semanas de vida de las aves; sin embargo, en el análisis económico de la línea Cobb 500 al término de siete semanas del estudio, mostró que el peso de las 40 aves, generan una relación beneficio-costo de \$0.73 por kg, más uno de costos; además de registrar menor mortalidad respecto a la línea Ross 308.

Palabras clave: Línea Cobb, GDP, Rentabilidad.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the weight gain in chickens of two genetic lines, which increases the productivity and the economic profitability of farms and improves the producers' income. Eighty (80) male birds were used, of which 40 were of the Ross 308 line and 40 of the Cobb 500 line as treatments with four repetitions in a completely random design with covariance analysis and means comparison (Tukey 5%). The weight gain variable did not show statistical differences during the first four weeks of the bird's life; however, the economic analysis of the Cobb 500 line at the end of seven weeks of study showed that the weight of the 40 birds generated a benefit-cost relation of \$0.73 per kg, plus one of costs, in addition to having less mortality compared to the Ross 308 line.

Keywords: Cobb line, GDP, profitability.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio. 2018. pp: 79-84.

Recibido: febrero, 2015. **Aceptado:** mayo, 2018.

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de pollo (*Gallus gallus domesticus* L.) en el año 2010 fue de 86.1 millones de toneladas, que fueron generadas en 204 países, de los cuales destacó Estados Unidos, al producir el 19.7% de la producción mundial. Otros países sobresalientes fueron China, Brasil, México y Rusia con participaciones de 13.8%, 12.4%, 3.1% y 2.9%, respectivamente (FAO, 2009). A nivel mundial, México se encuentra posicionado en el cuarto sitio como productor de pollo con 2,542,493 t de carne de pollo, equivalente a 4.29% de la producción mundial. El país en el periodo 1993 -2002 contribuyó con aproximadamente 90% de su consumo nacional aparente para la carne de pollo y solo importó cerca de 10%, principalmente de los Estados Unidos de Norteamérica. Una de las alternativas para disminuir éste déficit es aumentar la producción basada en el aumento de ganancia de peso, lo que hace importante el presente trabajo ya que representa un estudio de comparación de dos líneas de aves de engorda del sexo macho, en las variables de ganancia de peso, peso semanal y mortalidad; lo que en su conjunto sirve para conocer cuál es el comportamiento y que línea genética de pollo es más sobresaliente en estas variables. Uno de los aspectos que justifican esta investigación es el logro que se pueden obtener por la línea genética a la que pertenezcan las aves, y esto depende de tres factores para lograr buenos resultados; un buen manejo para proporcionar a los pollos el ambiente que requieren, un régimen alimenticio que ofrezca nutrientes con el perfil apropiado, tener bioseguridad efectiva, y control de enfermedades. Si cualquiera de estos elementos no está en su nivel óptimo, el rendimiento de los pollos se verá afectado negativamente. El propósito de esta investigación fue determinar la ganancia de peso en pollos de dos líneas genéticas, que incrementen la productividad y rentabilidad económica de las granjas y mejoren los ingresos de los productores. Además, de responder a la pregunta de investigación ¿Son los aspectos genéticos de la raza uno de los factores principales que determinan el incremento en la ganancia de peso?

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo, se llevó a cabo en el Centro Avícola Zaccatal II, S.P.R. de R.I., ubicado a 2.5 km de distancia de la localidad de Chogota en el Municipio de Soconusco, Veracruz, México

(INEGI 2009). La investigación se realizó en un periodo de 49 días que comprendió los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2013. Se utilizaron un total de 80 aves machos, de los cuales 40 aves de la línea Ross 308 fueron para el tratamiento uno, y 40 de la línea Cobb 500 para el tratamiento dos (Cuadro 1).

Las casetas en que se alojaron los pollos se lavaron y desinfectaron previo a su llegada. El agua fue servida en cuatro bebederos de treinta con un total de 1200 tetinas con un flujo de agua de 40 ml min⁻¹, se recibió con agua con Pec-hidrat, para hidratar a los pollos a su llegada a la caseta. El alimento que se suministró para el pollo de engorda Ross 308 y para el pollo Cobb 500 fue de cuatro tipos: inicio, crecimiento, finalizador y retiro, con un 21%, 19%, 18% y 17% de proteína cruda respectivamente. A continuación, se presentan la composición nutricional utilizada en la formulación de cada alimento.

Alimento de inicio: Nutrientes: Proteína cruda 21.4994%, grasa cruda 6.6819%, fibra cruda 2.6878%, cenizas 6.0397%, humedad 10.3466%, calcio 0.9997%, P total 0.7768% y densidad 602.652 g L⁻¹.

Alimento de crecimiento: Nutrientes: Proteína cruda 19.4948%, grasa cruda 7.8962%, fibra cruda 2.8513%, cenizas 5.1300%, humedad 10.4724%, calcio 0.8602%, P total 0.6818% y densidad 596.985 g L⁻¹.

Alimento finalizador: Nutrientes: Proteína cruda 18.0017%, grasa cruda 8.6478%, fibra cruda 3.0186%, cenizas 4.6584%, humedad 56.14%, calcio 0.7999%, P total 0.6442% y densidad 592.041 g L⁻¹.

Alimento de retiro: Nutrientes: Proteína cruda 17.0054%, grasa cruda 6.1342%, fibra cruda 11.2787%, cenizas 5.7699%, humedad 10.6751%, calcio 0.7499%, P total 0.8100% y densidad 517.444 g L⁻¹. En todos los casos, el agua fue suministrada a libre acceso.

En los primeros tres días, la iluminación fue con 24 horas de luz. Desde el cuarto día hasta el séptimo tuvo

Cuadro 1. Divisiones experimentales de las líneas de aves Ross 308 y Cobb 500.

Unidades experimentales. Donde T1 es tratamiento 1 y T2 es tratamiento 2				
Caseta 1: T1 ROSS 308	Rep. 1=10 aves Listón rojo	Rep. 2=10 aves Listón azul	Rep. 3=10 aves Listón verde	Rep. 4=10 aves Listón amarillo
Caseta 2: T2 COBB 500	Rep. 1=10 aves Listón rojo	Rep. 2=10 aves Listón azul	Rep. 3=10 aves Listón verde	Rep. 4=10 aves Listón amarillo

Fuente: Elaboración propia.

23 horas de luz y una de oscuridad. En el día ocho hasta el día 14 tuvo 21 horas de luz y tres horas de oscuridad. En el día 14 al día 35 se crío al pollo con 22 horas de luz y dos horas de oscuridad. En el día 35 al día 49 la iluminación fue de 20 horas de luz y cuatro de oscuridad.

Temperatura en la primera semana oscilo entre 28 °C la mínima y 33 °C la máxima, con una humedad mínima de 80% y máxima de 90%. En la segunda semana la temperatura fue de 25 °C como mínima, y 32 °C como máxima, con una humedad entre 82-92%. Durante la tercera semana la temperatura oscilo entre 22 °C la mínima y 31 °C la máxima, con una humedad de 85-94%. En la cuarta y quinta semana la temperatura oscilo de 20 a 32 °C, con una humedad de 85-94%. En la sexta y séptima semana la temperatura oscilo entre 24 y 30 °C, con una humedad de 84-95%. Se realizó prevención y tratamiento de las siguientes enfermedades: Marek, Coccidiosis, Ascitis, Newcastle y bronquitis infecciosa. Fuente: Bachoco S. A de C.V.

La ventilación utilizada fue de túnel durante las primeras tres semanas, posteriormente extrayendo el aire caliente en las horas que la temperatura diurna excedía 30 °C, mientras que en las noches no se aplicó ventilación. En la quinta, sexta y séptima semana de vida de las aves la ventilación fue constante sin interrupción. Se aplicó un diseño completamente al azar con análisis de covarianza. Las unidades experimentales con dos tratamientos y cuatro repeticiones cada una. La comparación de medias fue por el método de Tukey al 5 %. La definición de este diseño experimental indica lo siguiente: En la tabla de análisis de varianza, cuando la P de tratamientos, sea menor de 0.05 se dice que hay diferencia significativa, si es menor de 0.01 es diferencia altamente significativa y si es mayor de 0.05 no hay diferencia en los tratamientos. También se utilizó la comparación de medias con el método de Tukey al 5 %. Para comprobar la hipótesis se utilizó un diseño de covarianza, bajo un diseño completamente al azar con dos tratamientos y con cuatro repeticiones cada una, el diseño experimental se basó en el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i' + \varepsilon_{ij}$$

dónde: Y_{ij} =Es la observación del tratamiento i en la repetición j . μ =Es la media poblacional. T_i' =es el efecto i -esimo del tratamiento. ε_{ij} =error experimental.

Variables a evaluar

Ganancia de peso semanal: para la toma de datos del peso inicial, se consideró el peso en gramos de la llegada de los pollitos a la caseta. El pesaje de las aves semanalmente se realizó cada lunes a las 11:00 am, debido a que ese fue el día en el que llegaron los pollos a la granja. La ganancia de peso semanal fue expresada en gramos, se calculó a partir de la primera semana hasta el día 49 y tomó de cada unidad experimental. Su fórmula para obtener la ganancia de peso fue la siguiente:

$$G.P.S = P.F.S - P.I.S$$

dónde: $G.P.S$ =Ganancia de peso semanal, $P.F.S$ =Peso final semanal posterior, $P.I.S$ =Peso inicial semanal anterior.

En las tomas de peso se procedió a pesar a los 40 pollos de la caseta de la línea Ross y 40 pollos de la línea Cobb. Los pesos fueron tomados a las 11:00 am del día lunes de cada semana, utilizando una báscula digital.

Mortalidad: fue registrándose semanalmente, agregando las aves muertas a un registro de mortalidad. El porcentaje de mortalidad fue obtenido mediante la siguiente formula:

$$100/NIT: *NAM = \text{Porcentaje de mortalidad}$$

dónde: NIT : Es el número inicial de aves por tratamiento. NAM : Es el número de aves muertas. La evaluación de la mortalidad fue evaluada por la línea de aves que obtuviera menor porcentaje de mortalidad en cada uno de los tratamientos

Rentabilidad económica: esta se obtuvo ingresando los costos de producción para la crianza de 40 aves machos, así también el ingreso bruto para posteriormente dar con la utilidad. También establecer cuál es la relación beneficio-costos es decir cuánto dinero se gana al invertir un peso en la engorda de aves.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al diseño experimental mediante el método de prueba de medias de Tukey al 5 % se observó que para la variable ganancia de peso en la comparación de medias, no existió diferencia estadística significativa durante las primeras cuatro semanas de vida de las aves (Cuadro 2). Este resultado contrasta al obtenido por Navas y Maldonado (2009), quienes evaluaron las líneas

Cuadro 2. Comparación de medias para la variable ganancia de peso en pollos de las líneas Ross 308 y Cobb 500 durante la primera, segunda, tercera y cuarta semana.

Tratamiento	Medias	Medias ajustadas
Primera semana		
1	150.57	150.42 a ¹
2	159.58	149.72 a
Segunda semana		
1	296.39	296.47 a
2	2295.85	295.75 a
Tercera semana		
1	496.17	496.29 a
2	498.22	498.10 a
Cuarta semana		
1	501.95	501.54 a
2	501.67	502.08 a

¹Letras iguales dentro de factores, indica que no hay diferencia estadística entre los niveles.

Ross 308 y Cobb 500 en condiciones de altura, en aves del sexo macho y hembras. Los resultados que obtuvieron para la ganancia de peso de sexo macho, durante las primeras cuatro semanas, mostraron diferencias significativas. En las aves observo que la línea Cobb 500 tiene una mejor ganancia de peso en comparación con la línea Ross 308 en los machos y hembras.

De acuerdo a la comparación de medias de la prueba de Tukey al 5%, en la quinta, sexta y séptima semana de vida de las aves, no hubo diferencias significativas que mostraran a una línea con una mejor ganancia de peso (Cuadro 3).

La línea Cobb 500 en las últimas tres semanas de vida, en cuanto a su volumen corporal tiende a ser mejor que la línea Ross 308. Sin embargo, la línea Ross 308 presentó mejor coloración en piel que lo hace más atractivo para los supermercados. Este resultado contrasta al resultado que obtuvieron Navas y Maldonado (2009), quienes evaluaron las líneas Ross 308 y Cobb 500 y notaron que la línea Cobb 500 tuvo mayor incremento de peso que la línea Ross 308. De acuerdo a la comparación de medias, mediante la prueba de Tukey al 5%, se sugiere que los dos tratamientos para la ganancia de peso, durante las siete semanas fueron semejantes.

Las medias semanales de la ganancia de peso semanal, durante las siete semanas de vida de

las aves, mostraron que la línea Cobb 500 obtuvo un resultado más favorable en ganancia de peso; sin embargo, no hubo diferencias altamente significativas (Figura 1).

Peso semanal de aves

En la comparación de medias, mediante la prueba de medias de Tukey al 5%, se observó que, para la variable de peso semanal en la comparación de medias, no se registró diferencias estadísticas durante las primeras cuatro semanas de vida de las aves (Cuadro 4). Este resultado contrasta con el resultado que obtuvieron Navas y Maldonado (2009), ellos evaluaron las líneas Ross 308 y Cobb 500 en condiciones de altura, en aves del sexo macho y hembras. Sus resultados para el peso semanal de las aves machos mostraron diferencias significativas durante las primeras cuatro semanas, notando que la línea Cobb 500 mostró un mejor peso en las primeras cuatro semana. Así también Rosero (2011) estableció que el mejor comportamiento productivo final, en cuanto al sexo y línea genética, y en las variables de peso semanal, lo presentó la línea Cobb 500 macho, lo

Cuadro 3. Comparación de medias para la variable ganancia de peso en pollos de las líneas Ross 308 y Cobb 500 durante la quinta, sexta y séptima semana.

Tratamiento	Medias	Medias ajustadas
Quinta semana		
1	501.07	501.35 a ¹
2	499.40	499.12 a
Sexta semana		
1	563.75	563.86a
2	566.29	566.18 a
Séptima semana		
1	501.17	500.91 a
2	504.25	504.50 a

¹Letras iguales dentro de factores, indica que no hay diferencia estadística entre los niveles.

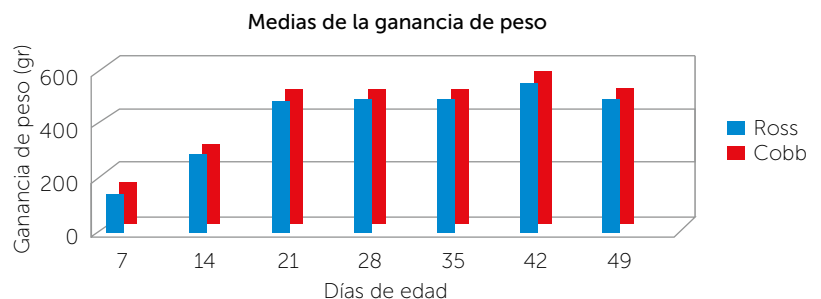


Figura 1. Comparación de medias de la ganancia de peso, en aves del sexo macho líneas Ross 308 y Cobb 500 en casetas de ambiente natural.

Cuadro 4. Comparación de medias para la variable peso semanal, en pollos de las líneas Ross 308 y Cobb 500 durante la primera, segunda, tercera y cuarta semana.

Tratamiento	Medias	Medias ajustadas
Primera semana		
1	190.90	190.84 a ¹
2	189.97	190.02 a
Segunda semana		
1	487.29	487.32a
2	485.79	485.77 a
Tercera semana		
1	983.47	983.62 a
2	984.02	983.87 a
Cuarta semana		
1	1485.44	1485.18 a
2	1485.75	1486.10 a

¹Letras iguales dentro de factores, indica que no hay diferencia estadística entre los niveles.

que la convierte en una mejor opción en comparación con la línea Ross 308.

De acuerdo a la comparación de medias de la prueba de Tukey al 5%, en la quinta, sexta y séptima semana de vida de las aves, no existieron diferencias altamente significativas que mostraran a una línea con una mejor ganancia de peso (Cuadro 5). Este resultado contrasta al que obtuvieron Navas y Maldonado (2009), que en forma general indican que la línea Cobb 500 mostro mejor ganancia de peso, durante las siete semanas de vida de las aves.

Medias de pesos semanales

En la Figura 2, se presentan las medias semanales del peso final semanal, durante los intervalos de días 7, 14, 21, 35, 42 y 49, en las que no existen diferencias altamente significativas, así que se puede concluir que para esta variable los dos tratamientos son iguales.

El porcentaje de mortalidad se obtuvo sumando las aves muertas por

Cuadro 5. Comparación de medias para la variable peso semanal en pollos de las líneas Ross 308 y Cobb 500 durante la quinta, sexta y séptima semana.

Tratamiento	Medias	Medias ajustadas
Quinta semana		
1	1986.54	1986.55 a ¹
2	1985.15	1985.14 a
Sexta semana		
1	2550.32	2550.44 a
2	2551.50	2551.38 a
Séptima semana		
1	3051.52	3051.38 a
2	3055.72	3055.86 a

¹Letras iguales dentro de factores, indica que no hay diferencia estadística entre los niveles.

tratamientos. La línea Ross 308 obtuvo un valor de 7.5%, es decir tres aves muertas de 40 del tratamiento uno. Mientras que la línea Cobb 500 registró una mortalidad de 5%.

Rentabilidad económica

Para el análisis económico se tomó el peso sumado de las 40 aves, que es de 112 kg, para obtener el ingreso neto de \$2104 pesos mexicanos (USD\$ 105.20) (Cuadro 6).

En el análisis económico de la línea Cobb 500 se suma el peso de las 40 aves, dando un total de 116 kg para obtener el ingreso neto que fue de \$2292 pesos mexicanos (USD\$114.80). La relación beneficio-costó mostró la ganancia económica de la línea Cobb 500 los cuales dan una ganancia de \$0.73 por kg; qué indica que se recupera el costo de inversión y se obtiene una ganancia de \$0.73 (Cuadro 7), mostrando que la línea Cobb es más rentable económicamente.

CONCLUSIONES

No hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos del diseño planteado, pero si en el peso real, siendo la línea Cobb 500 la línea que obtuvo mejor ganancia de peso durante las siete semanas, además de presentar menor mortalidad y mayor rentabilidad financiera.

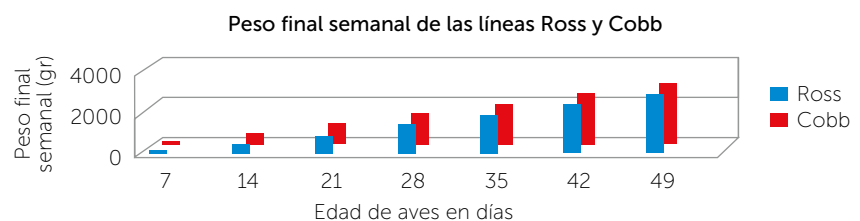


Figura 2. Comparación de medias de peso final semanal, en aves del sexo macho de las líneas Ross 308 y Cobb 500 en casetas de ambiente natural en la localidad de Chogota, Mpio de Soconusco, Veracruz, México.

Cuadro 6. Relación beneficio – costo de la línea Ross 308.

Concepto	Operación	Resultado
Costo de producción de la línea Ross 308 (T1)		
Aves	(\$9*40)	\$360.00
Alimento	(250*\$8)	\$2,000.00
Medicamentos		\$500.00
Gastos varios		\$300.00
Gastos totales		\$3,160.00
Ganancia de peso total por grupo (T1)		112 kg
Precio de venta		\$47.00
Ingreso bruto	(112*\$47)	\$5,264.00
Ingreso neto	(\$5264-\$3160)	\$2,104.00
Punto de equilibrio	(\$3160/\$47)	\$67.23
Relación beneficio-costos	(\$2104/\$3160)	\$0.67

Cuadro 7. Relación beneficio-costos de la línea Cobb 500.

Concepto	Operación	Resultado
Costo de producción de la línea Cobb 500 (T2)		
Aves	(9 *40)	\$360.00
Alimento	(250*8)	\$2,000.00
Medicamentos		\$500.00
Gastos varios		\$300.00
Gastos totales		\$3,160.00
Ganancia de peso total por grupo (T2)		116 kg
Precio de venta		\$47.00
Ingreso bruto	(116*47)	\$5,452.00
Ingreso neto	(5452-3160)	\$2,292.00
Punto de equilibrio	(3160/47)	\$67.23
Relación beneficio-costos	(2292/3160)	\$0.73

LITERATURA CITADA

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Soconusco, Veracruz de Ignacio de la Llave. Extraído el 5 de marzo del 2014 desde: <http://www.inegi.org.mx/>
- Navas-Maldonado A.M. 2009. Evaluación de las razas de pollos Ross 308 y Cobb 500 en condiciones de altura. Tesis de Licenciatura. Universidad Tecnológica del Norte. Ecuador. 134 p.
- Rosero-Guzmán J.E. 2011. Evaluación del comportamiento productivo de las líneas de pollos de engorde Cobb 500 y Ross 308. Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca. Colombia.
- FAO. 2009 Pollos Broiler. Consultado el 1 de septiembre desde: <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/indust/IndPPProd.htm>



SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS Y SU APLICACIÓN EN LA NUTRICIÓN ANIMAL

SYNTHESIS OF NANOPARTICLES AND THEIR APPLICATION IN ANIMAL NUTRITION

López-Mora, Y., Gutiérrez-Arenas, D.A., Cuca-García, J.M.

Programa de Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

*Autor responsable: jmcuca@colpos.mx

RESUMEN

La nanotecnología es el arte de manipular la materia, átomo por átomo, los materiales de estudio tienen un tamaño entre 1 y 100 nanómetros posee un campo de aplicación e investigación crecientes, ya que los materiales a escala pequeña adquieren propiedades y características distintas que aquellos a escala mayor, actualmente, existen diversos estudios de los usos de la nanotecnología en las áreas de biología, salud humana y en la producción zootécnica con el objetivo de facilitar y optimizar los procesos de producción de alimentos de origen animal, sin embargo, existe poca investigación al respecto, por lo que en esta revisión se detallan algunos de los métodos y sistemas empleados en la obtención de nanopartículas, así como las investigaciones que abordan particularmente el tema de la nutrición animal.

Palabras clave: nanotecnología, métodos de síntesis, producción animal, nutrición animal.

ABSTRACT

Nanotechnology is the art of manipulating matter, atom by atom, and study materials have a size of between 1 and 100 nanometers; it has a growing application and research field, since the small-scale materials acquire different properties and characteristics than those at a larger scale. Currently, there are various studies about the uses of nanotechnology in the areas of biology, human health and zootechnics production, with the objective of easing and optimizing processes of food production from animal origin. However, there is scarce research in this regard, so some of the methods and systems used in obtaining nanoparticles are detailed in this review, as well as the studies that address particularly the issue of animal nutrition.

Keywords: nanotechnology, synthesis methods, animal production, animal nutrition.

INTRODUCCIÓN

La nanotecnología, entendida como la tecnología en la cual los materiales y las estructuras se encuentran en escalas nanométricas (0.1 a 100 nm), posee un campo de aplicación e investigación crecientes. A escala nanométrica, las propiedades físicas, químicas y biológicas de los materiales, objetos, sistemas, cambian de manera fundamental en las propiedades a los de tamaño micro-macroscópico, por lo que la investigación y desarrollo de la nanotecnología se orienta a la comprensión y creación de materiales mejorados, dispositivos y sistemas que exploten estas nuevas propiedades (Buzea *et al.*, 2007).

Características de las nanopartículas

La razón de que los nanomateriales sean tan diferentes a aquellos más voluminosos se debe según Roduner (2006), a dos efectos:

De superficie: los átomos de los nanomateriales son menos estables comparados con aquellos en estructuras más grandes debido a que la energía requerida para unirse a átomos adyacentes es menor. Lo anterior tiene como consecuencia que el punto de fusión de un elemento determinado cambie. Por ejemplo, el punto de fusión de una partícula de oro de 2.5 nm es alrededor de 930K ($\approx 657^\circ\text{C}$), valor considerablemente inferior a 1336 K ($\approx 1063^\circ\text{C}$), presente en el mismo metal con mayor volumen. Al respecto, Cao (2004) mencionó que dicho fenómeno es característico de metales, gases inertes, semiconductores y cristales moleculares cuando el tamaño de partícula es menor de 100 nm.

De efectos cuánticos: los puntos cuánticos son un tipo de nanoestructuras de unos pocos nanómetros, los cuales muestran un comportamiento similar a un átomo individual, por ejemplo, magnetismo en metales como oro y platino cuando se encuentran en forma de nanopartículas.

Otra característica importante es que las nanopartículas poseen una superficie más extensa que las micropartículas. Para ilustrarlo mejor, una micropartícula de carbón con un diámetro de $60\ \mu\text{m}$ tiene una masa de $0.3\ \mu\text{g}$ y una superficie de $0.01\ \text{nm}^2$; con la misma masa de carbón se forman 1 billón de nanopartículas de 60 nm en una superficie de $11.3\ \text{nm}^2$. Ello indica que conforme disminuye el tamaño de la nanopartícula, se incrementa la superficie para reacciones químicas, por lo que la reactividad se incrementa unas 1000 veces (Buzea *et al.*, 2007).

Métodos de síntesis y diseño de nanopartículas

Existen diferentes métodos de preparación de nanopartículas; y la selección de cualquiera de ellos depende de los objetivos y condiciones particulares de dónde, y cómo se requieran aplicar las nanopartículas obtenidas, por lo que es necesario tomar en cuenta la estabilidad física y química del agente activo, su toxicidad, perfil de liberación, entre muchas consideraciones.

Los métodos de síntesis de nanopartículas suelen agruparse en dos categorías, las aproximaciones de arriba hacia abajo (Top down) y las de abajo hacia

arriba (Bottom up) (Rao *et al.*, 2004; Schmid, 2004). La primera consiste en la división de sólidos máscicos en porciones más pequeñas. Este enfoque puede involucrar la molienda o el desgaste, métodos químicos, y la volatilización de un sólido seguido por la condensación de los componentes volatilizados. La segunda aproximación, "de abajo hacia arriba", consiste en la fabricación de nano partículas a través de la condensación de átomos o entidades moleculares en una fase gaseosa o en solución. Este último enfoque es mucho más popular en la síntesis de nanopartículas.

Existen varios métodos que utilizan la aproximación "Top down" los más representativos son de acuerdo a Rao *et al.* (2004):

La evaporación térmica, que consiste en el calentamiento hasta la evaporación del material que se pretende depositar. Se lleva a cabo en una cámara de vacío en la que se condensa el vapor sobre una lámina fría requiriendo en todo momento un control preciso de las condiciones de crecimiento para no producir una modificación de la morfología de la capa depositada.

El depósito químico en fase vapor (CVD, por sus siglas en inglés) que consiste en la descomposición de uno o varios compuestos volátiles, en el interior de una cámara de vacío (reactor), en o cerca de la superficie de un sólido para dar lugar a la formación de un material en forma de capa delgada o de nanopartículas.

La preparación de clusters gaseosos, que utiliza un láser pulsado de alta potencia para producir vapores atómicos metálicos que son

acarreados en un gas inerte y posteriormente son depositados en un óxido monocristalino u otro sustrato, bajo condiciones de ultra-alto vacío.

La implantación de iones, que consiste en que los iones de un material pueden ser implantados en un sólido, cambiando por tanto las propiedades físicas y químicas de este último, ya que el ion implantado puede ser de un elemento distinto al que lo compone, también se pueden causar cambios estructurales en el sólido implantado, puesto que la estructura cristalina del objetivo puede ser dañada.

Existen diversos métodos que utilizan la aproximación de "Bottom up" para la síntesis de nanopartículas, los más empleados son aquellos que utilizan procedimientos químicos el cual es el método más conveniente para la obtención de nanopartículas uniformes y pequeñas.

Algunos de los métodos químicos más representativos son:

El método coloidal, el rango de tamaño de partículas resultantes suele oscilar en nanómetros, por ello el método coloidal es un método eficiente de producción de nanopartículas (Schmid, 2004). Este método consiste en disolver una sal del precursor a preparar, un reductor y un estabilizante en una fase continua o dispersante (un líquido). Este último puede jugar el papel de reductor, de estabilizante o ambos. El tamaño promedio, la distribución de tamaños y la morfología de las nanopartículas pueden ser controlados variando la concentración de los reactantes, del reductor y del estabilizante, así como de la naturaleza del medio dispersante. Por este método se pueden formar dispersiones estables por periodos de tiempo muy largos, por ejemplo, Michel Faraday, en 1857, creó dispersiones coloidales de oro, que hoy en día aún permanecen estables (Faraday, 1957). A principios de los años cincuenta del siglo pasado, Turkevitch reportó el primer método estándar y reproducible para la preparación de coloides metálicos (partículas de oro de 20 nm por medio de la reducción de $[\text{AuCl}_4^-]$ con citrato de sodio). Adicionalmente fue el primero en proponer un mecanismo paso a paso de la formación de nanoclusters basado en la nucleación y crecimiento (Turkevichy Kim, 1970).

Reducción fotoquímica y radioquímica, La síntesis de nanopartículas metálicas modificando el sistema químico por medio de altas energías se asocia con la generación de reductores fuertes altamente activos como

electrones, radicales y especies excitadas. La síntesis fotoquímica está caracterizada por energías por debajo de 60 eV, mientras que la radiólisis utiliza energías de 103-104 eV. Los métodos de reducción fotoquímica y radioquímica tienen ventaja sobre el método de reducción química.

Debido a la ausencia de impurezas formadas cuando se usan reductores químicos, estos métodos producen nanopartículas de alta pureza. Además, la reducción fotoquímica y radioquímica permiten producir nanopartículas en condiciones de estado sólido y a bajas temperaturas. La reducción fotoquímica en solución se emplea frecuentemente para sinterizar partículas de metales nobles. Estas partículas se obtienen a partir de las correspondientes sales en agua, alcohol o solventes orgánicos.

Irradiación con microondas, la técnica de irradiación con microondas produce nanopartículas con muy baja dispersión de tamaño, aunque no siempre se logre un control preciso en la morfología, como pasa en la mayoría de las técnicas de Bottom up. Las microondas actúan como campos eléctricos de alta frecuencia, capaces de calentar cualquier material conteniendo cargas eléctricas, los solventes polares se calientan y sus componentes moleculares se ven obligados a girar con el campo y pierden energía en colisiones. En los últimos años, el proceso de calentamiento asistido por microondas se ha utilizado como una alternativa atractiva para la síntesis de materiales a escala nanométrica, dado que es un método rápido, uniforme y efectivo, que permite incrementar las cinéticas de reacción en uno o dos órdenes de magnitud. Por este método han sido sintetizadas nanopartículas coloidales de Pt, Ru, Ag y Pd, a partir de las sales precursoras del metal disueltas en soluciones de etilenglicol (Zhu *et al.*, 2004).

Utilización de dendrímeros, los dendrímeros son moléculas altamente ramificadas, las que incluyen un núcleo central, unidades intermediarias repetitivas y grupos funcionales terminales (Muzafarov y Rebrov, 2000). La síntesis se ha llevado a cabo usando micelas, emulsiones y dendrímeros como nanorreactores que permiten la síntesis de partículas de forma y tamaño definidos. Esto se logra alterando la naturaleza de los dendrímeros. Para la síntesis de nanopartículas han sido empleados diferentes polyamidoaminas, sintetizando nanopartículas de oro de 1-3 nm (Kim *et al.*, 2004). Otros trabajos, por ejemplo, han informado que

este método es útil para la síntesis de nanopartículas de platino y paladio con tamaños de partícula entre 1 y 2 nm (Sergeev, 2006).

Un factor a considerar es la forma que las nanopartículas adquieren, ya que ésta influye fuertemente en su comportamiento biológico. Es importante señalar que no siempre dichas partículas son de forma esférica, como pudiera imaginarse. Existen reportes de innumerables formas, algunas muy peculiares, de nanopartículas: discos rectangulares, conos, bastones, "gusanos", discos elípticos o circulares, "tacos", entre muchas más, las cuales pueden presentarse en 1ª, 2ª y 3ª dimensión, dependiendo del método de preparación y los materiales utilizados. Al respecto, la viscosidad y grosor del material utilizado determina si la partícula presentará terminaciones puntiagudas o aplanadas. Incluso, es posible que las nanopartículas presenten regiones con diferente curvatura, textura, concavidad y demás características (Champion *et al.*, 2007).

Uso de nanoelementos en Nutrición Animal

La nanotecnología posee un potencial capaz de revolucionar la producción agropecuaria. Los ejemplos de aplicaciones en producción animal incluyen el uso de nuevas herramientas moleculares y celulares para la reproducción animal, preservación de la identidad del animal desde el nacimiento hasta la mesa del consumidor ("trazabilidad"), bioseguridad de los alimentos de origen animal, mejor comprensión de los fenómenos que rigen la nutrición animal desde la ingestión de la dieta hasta la captación y utilización de los nutrientes y otras (Scott, 2007).

Recientemente se han creado nanopartículas que imitan la superficie de la membrana celular de los enterocitos del pollo (*Gallus gallus domesticus*). Arribadas al intestino por vía oral, cuando algún germen se acerca a las partículas, éstas se cierran envolviendo al microorganismo, tras lo cual se aglutinan unas con otras y se eliminan a través de las deyecciones. Tales nanopartículas constituyen un "alimento inteligente" capaz de proteger al ave de algunas enfermedades infecciosas (Brehme, 2009).

En el área de nutrición también es posible aplicar la nanotecnología con diversos objetivos, tales como la obtención de información de un nutriente o componente bioactivo y su liberación en sitios específicos de acción, mayor disponibilidad, mantenimiento de niveles adecuados por periodos más largos de tiempo, evitar su degradación y menor invasión parenteral (Ross *et al.*, 2004), por lo que también se reduce el estrés que implica el manejo de los animales. Los minerales son uno de los suplementos más ampliamente utilizados en nutrición animal; sin embargo, la forma en la cual se encuentran dichos minerales influye en la biodisponibilidad de los mismos, por lo que si son de baja biodisponibilidad, el animal no los aprovechará correctamente y se eliminarán. Un ejemplo es el hierro (Fe), cuya deficiencia continúa siendo un problema en nutrición humana y animal, especialmente en etapas tempranas de la vida, la gestación y en infestaciones parasitarias (Church *et al.*, 2003). Una de las fuentes biodisponibles de este elemento es el sulfato ferroso (McDowell, 1997); sin embargo, tiene el inconveniente de causar sabor metálico a los alimentos y acele-

rar el proceso de oxidación de las grasas de los cereales, provocando rancidez (Hurrell, 2002). La alternativa es usar una fuente menos disponible pero más estable, tal como el fosfato férrico (FePO₄). Al respecto, Rohner *et al.* (2007) desarrollaron nanopartículas de fosfato férrico altamente biodisponibles, demostrando que en nano escala, esta fuente puede incrementar su valor nutricional.

El Selenio (Se) es un oligoelemento esencial con un margen estrecho entre los efectos benéficos y tóxicos. Es un agente quimiopreventivo, que requiere cuidados en su empleo a largo plazo, por lo que la toxicidad del Se, es siempre una preocupación fundamental (Zhang *et al.*, 2008). De acuerdo con los hallazgos clínicos y los estudios recientes realizados con el gen modificado de la seleno proteína en ratones, es probable que la función antioxidante de una o más seleno proteínas sea responsables de los efectos quimiopreventivos del selenio. La metilselenocisteína (SeMSC), un producto natural es considerada como uno de los seleno compuestos quimiopreventivos más eficaces (Zhang *et al.*, 2008). Recientemente el nano-selenio ha atraído la atención de muchos investigadores debido a su elevada biodisponibilidad y baja toxicidad, porque las partículas nanométricas exhiben características novedosas, tales como una mayor superficie de contacto, y elevada actividad superficial, una gran capacidad de absorción y baja toxicidad. Zhang *et al.* (2008) suministraron en ratones selometiosisteína (SeMSC) y a otro grupo nano-selenio y observaron que en los animales que recibieron nano-selenio se incrementaba la actividad de las enzimas glutatión peroxidasa, tioredoxina

reductasa y glutatión S-transferasa de manera similar a como lo hacía el tratamiento con SeMSC, pero con menor toxicidad, por lo que dichos autores sugerían que el nano-selenio puede servir como un agente quimiopreventivo potencial para la prevención de la deficiencia de selenio.

Romero (2010) diseñó y evaluó *in vitro* nanopartículas de selenito de sodio para su uso vía oral en rumiantes, utilizando copolímeros de metacrilato sensibles a pH, de tal modo que no pudieran degradarse en el rumen (pH cercano al neutro) pero sí en el abomaso, cuyo pH es ácido debido a la secreción de ácido clorhídrico, similar al presente en especies no rumiantes; sin embargo, no se realizaron pruebas *in vivo*.

Recientemente Li-guang *et al.* (2009) observaron que en carneros Boer alimentados con dietas deficientes en selenio en comparación con animales suplementados con nano-selenio hubo menor actividad de la glutatión peroxidasa y en consecuencia mayor cantidad de espermatozoides con daño en la membrana plasmática y daños en las mitocondrias en la pieza intermedia, concluyendo que la suplementación con nano-selenio protege la integridad de las membranas; sin embargo, es necesario hacer nuevas investigaciones para estudiar la biodisponibilidad del selenio de esta fuente y la toxicidad en pequeños rumiantes.

González *et al.* (2009) en un experimento realizado con nano-cobre en lechones observaron efectos benéficos en lechones destetados en comparación con la suplementación convencional con Sulfato de cobre (CuSO_4), mejorándose la biodisponibilidad del cobre y reduciendo la excreción a nivel fecal. También observaron incremento en la digestibilidad de la grasa y la proteína cruda, así como mejor crecimiento de los lechones. Desde el punto de vista inmunológico se incrementaron los niveles séricos de IgG, γ -globulinas y el total de globulinas, así como la actividad de la superóxido dismutasa (SOD).

En otros estudios se analizó que la fortificación de alimentos con hierro (Fe) puede ser una estrategia eficaz para controlar la anemia por deficiencia de este mineral, pero la adición a los alimentos puede causar problemas (Hurrell, 2002), ya que los compuestos de Fe altamente solubles en agua, y altamente biodisponibles a menudo causan cambios organolépticos adversos, mientras que la baja solubilidad de los compuestos de Fe, aunque más estable en los alimentos, tienden a bajar la biodisponibilidad, por lo que el tamaño de las partículas puede ser un factor importante para la absorción de los compuestos de Fe poco solubles en los alimentos.

Al disminuir el tamaño de las partículas de polvo férrico un 50-60% hasta una partícula de tamaño medio de 6-10 μm , aumenta la absorción de Fe en un 50% en ratas (Verma *et al.*, 1977). Estudios sugieren que la reducción del tamaño de las partículas de baja solubilidad de

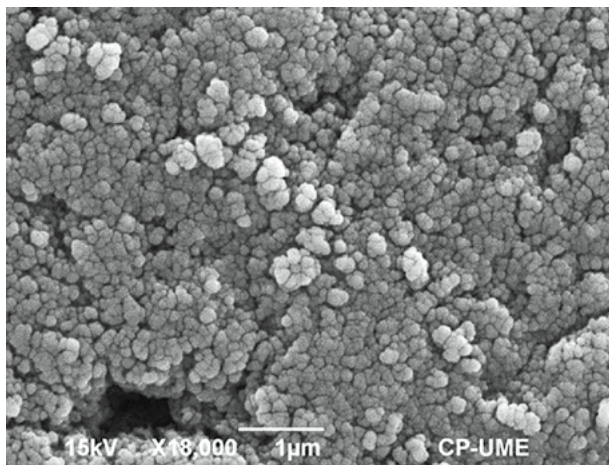
los compuestos de Fe a tamaño submicrónico puede ser prometedora para la fortificación de alimentos, porque pueden causar menos cambios organolépticos, a la vez que son más biodisponibles (Verma *et al.*, 1977).

En el caso del fósforo (P) y calcio (Ca) se sabe que algunos fosfatos de calcio se pueden utilizar biomateriales utilizados como aditivos alimentarios y suplementos nutricionales; injerto para la sustitución de hueso, el crecimiento y la reparación; biocementos y revestimiento del implante metálico de hueso. Algunas de las aplicaciones más recientes incluyen su uso en productos cosméticos, pastas de dientes y en tratamientos estéticos para disminuir las arrugas, ya que estimula la formación de tejido conjuntivo. He *et al.* (2000), desarrollaron nanopartículas de fosfato de calcio con el objetivo de generar capacidad antiviral e inmunitaria; sin embargo, el estudio de estos minerales en nanopartículas se ha enfocado más hacia usos biomédicos.

El estudio de estos minerales en nanopartículas se ha enfocado más hacia usos biomédicos.

CONCLUSIONES

Las aplicaciones de la nanotecnología son diversas, sólo están limitadas por la imaginación y capacidad de los científicos. Sin embargo, actualmente



Nanopartículas de fosfato de calcio sintetizadas por método de coprecipitación.

la nanotecnología en el ámbito de la nutrición animal es muy incipiente, por lo que ofrece para los investigadores un campo amplio de trabajo, en el que se pueden obtener nuevas y mejores prácticas de suministro de los nutrimentos de manera más eficiente en comparación a las empleadas en la actualidad; sin embargo, se requiere de una amplia investigación en cada uno de los casos de aplicación.

LITERATURA CITADA

- Brehme W. 2009. Nanotecnología para mejorar la sanidad de las aves. Portal <http://www.veternet.cl/nuke/modules.php?name=News&file=article&sid=2584>.
- Buzea C., Pacheco B.I., Robbie K. 2007. Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity. *Biointerphases*. 2(4):1-103.
- Cao G. 2004. *Nanostructures & nanomaterials: Synthesis, properties & applications*. Imperial College Press. England.
- Champion J.A., Katare Y.K., Mitragotri S. 2007. Making polymeric micro- and nanoparticles of complex shapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 104:11901-11904.
- Church, D., Pond, W., and Pond, K. 2003. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. Limusa Wiley. México.
- Faraday M. 1957. Experimental relations of gold (and other Metals) to light. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. Londres, 147, 145.
- González-Eguía A., Fu C.M., Lu F.Y., Lien T.F. 2009. Effects of nanocopper on copper availability and nutrients digestibility growth performance and serum traits of piglets. *Livestock Science*. 126: 122-129
- He Q., Mitcheli A.R., Johnson S.L., Wagner-Bartak C., Morcol T., Bell S.J.D. 2000. Calcium phosphate nanoparticle adjuvant. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*. 7:899-903.
- Hurrell R. 2002. Fortification: Overcoming Technical and practical barriers. *Journal of Nutrition*. 132:806S-812S.
- Li-guang S., Ru-jie Y., Wen-bin Y., Wen Juan X., Chun-xiang Z., You-she R., Lei S., Fu-lin L. 2009. Effect of elemental nano-selenium on semen quality, glutathione peroxidase activity, and testis ultrastructure in male Boer goats. *Anim. Reprod. Sci.*
- Kim Y.-G., Oh S. k., Crooks R.M. 2004. *Chemistry of Materials*, 16, 167-172.
- McDowell L.R. 1997. *Minerals for grazing ruminants in tropical regions*. Tercera edición. Universidad de Florida. Estados Unidos de América.
- Muzafarov A.M., Rebrov E.A. 2000. *Polymer Science*, 42, 55-77.
- Rao C. N. R., Müller A., Cheetham A. K. 2004. *The Chemistry of Nanomaterials (vols. 1 y2)*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Roduner E. 2006. Size matters: why nanomaterials are different. *Chemical Society Review*. 35:583-592.
- Rohner F., Ernst F., Arnold M., Hilbe M., Biebinger R., Ehrensperger F., Pratsinis S., Langhans W., Hurrell R., Zimmermann M. 2007. Synthesis, characterization, and bioavailability in rats of ferric phosphate nanoparticles. *Journal of Nutrition*, 137: 614-619.
- Romero-Pérez A., García-García E., Zavaleta-Mancera A., Ramírez-Bribiesca J.E., Revilla-Vázquez A., Hernández-Calva L.M., López-Arellano R., Cruz-Monterrosa R.G. 2010. Designing and evaluation of sodium selenite nanoparticles in vitro to improve selenium absorption in ruminants. *Veterinary Research Communication*. 34: 71-79.
- Ross S.A., Srinivas P.R., Clifford A.J., Lee S.C., Philbert M.A., Hettich R.L. 2004. New technologies for nutrition research. *Journal of Nutrition*. 134:681-685.
- Schmid, G. 2004. *Nanoparticles. From theory to application*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Scott N.R. 2005. Nanotechnology and animal health. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*. 24:425-432.
- Sergeev G.B. 2006. *Nanochemistry*. Amsterdam: Elsevier.
- Turkevich J., Kim G. 1970. "Palladium: Preparation and catalytic properties of particles of uniform size. *Science*, 169, 873.
- Verma R.S., Motzok I., Chen S.S., Rasper J., Ross H.U. 1977. Effect of storage in flour and of particle size on the bioavailability of elemental iron powders for rats and humans. *J Assoc Off Anal Chem*. 60:759-65.
- Zhang J., Wang X., Xu T. 2008. Elemental Selenium at Nano Size (Nano-Se) as a Potential Chemopreventive Agent with Reduced Risk of Selenium Toxicity: Comparison with Se-Methylselenocysteine in Mice. *Toxicological Sciences* 101(1), 22-31.
- Zhu H., Zhang C., Yin Y. 2004. "Rapid synthesis of copper nanoparticles by sodium hypophosphite reduction in ethylene glycol under microwave irradiation". *Journal of Crystal Growth*, 270, 722-728.



FITOQUÍMICOS ANTIOXIDANTES ALIMENTARIOS COMO ESTRATEGIA DE PROMOCIÓN DE LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DE LA CARNE DE CONEJO (*Oryctolagus cuniculus* L.)

DIETARY PHYTOCHEMICAL ANTIOXIDANTS AS A STRATEGY FOR PROMOTION OF OXIDATIVE STABILITY IN RABBIT MEAT (*Oryctolagus cuniculus* L.)

Mireles-Arriaga A. I.^{1*}, Ruiz-Nieto J.E.¹, Hernández-Ruiz J.¹, Hernández-Marín, J.A.²

¹Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la Vida Departamento de Agronomía, Ex Hacienda El Copal, Km. 9 Carretera Irapuato-Silao A.P. 311 C.P. 36500. Irapuato, Guanajuato, México ²Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la Vida Departamento de Veterinaria y Zootecnia, Ex Hacienda El Copal, Km. 9 Carretera Irapuato-Silao A.P. 311 C.P. 36500. Irapuato, Guanajuato, México. Autor de correspondencia: ana.mireles@ugto.mx

RESUMEN

Uno de los factores no microbiológicos de mayor importancia que influyen la calidad de la carne es el proceso oxidativo que puede ser generado durante la manipulación de la carne o durante eventos antemortem, tales como enfermedades, malnutrición o condiciones de traslado. A fin de disminuir dichas reacciones y prolongar la vida de anaquel de la carne, se han generado estrategias como la adición de fitoquímicos antioxidantes en la alimentación de animales productores de carne. La carne de conejo (*Oryctolagus cuniculus* L.) es considerada un alimento funcional por su alto contenido de ácidos grasos omega 3 y 6 así como por los beneficios que aporta a la salud; el presente trabajo aborda el análisis de la información pertinente para la inclusión de fitoquímicos antioxidantes en la dieta de conejos productores de carne, así como la revisión de los trabajos de investigación realizados en el tema.

Palabras clave: carne de conejo, calidad, nutrición animal, oxidación.

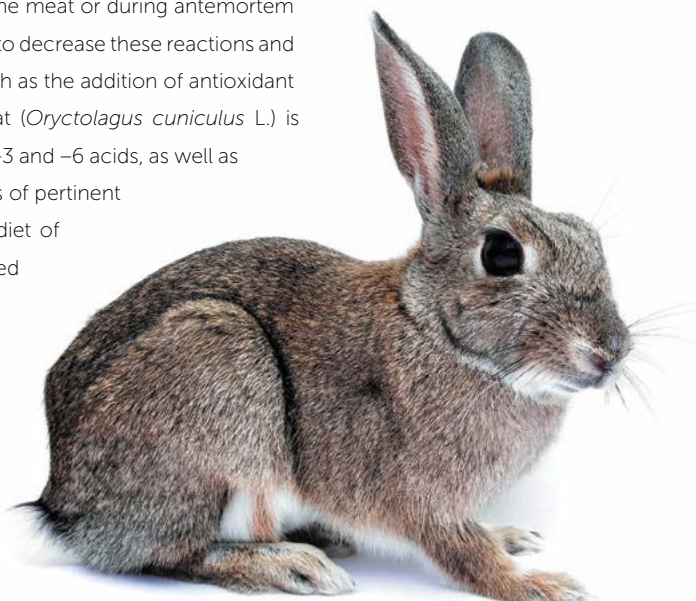
ABSTRACT

One of the non-microbiological factors of greatest importance that influence the quality of meat is the oxidative process that can be generated during the manipulation of the meat or during antemortem events, such as diseases, malnutrition or transport conditions. In order to decrease these reactions and prolong the shelf life of the meat, strategies have been generated such as the addition of antioxidant phytochemicals in the diet of meat-producing animals. Rabbit meat (*Oryctolagus cuniculus* L.) is considered to be a functional food due to its high content of omega -3 and -6 acids, as well as for the benefits that it has for health. This study addresses the analysis of pertinent information for the inclusion of antioxidant phytochemicals in the diet of meat-producing rabbits, and the review of research studies performed in this theme.

Keywords: rabbit meat, quality, animal nutrition, oxidation.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio. 2018. pp: 91-96.

Recibido: julio, 2017. **Aceptado:** mayo, 2018.



INTRODUCCIÓN

Uno de los alimentos altamente susceptible a sufrir daños por oxidación es la carne, la descomposición de componentes musculares como lípidos y proteínas genera el desarrollo de sabores indeseables, pérdida de color, nutrientes y textura que disminuyen la vida de anaquel (Kumar *et al.*, 2015). Con el propósito de disminuir dichas reacciones, la administración en forma dietaria de compuestos fitoquímicos antioxidantes (FAOX) resulta ser una forma efectiva de incorporar dichos compuestos en el tejido muscular e incidir en otros aspectos del animal in vivo, tal como el crecimiento, salud y estatus oxidativo que, si no están en balance, afectan directamente la calidad final de la carne (Al-Sagheer *et al.*, 2017)

La carne de conejo (*Oryctolagus cuniculus* L.) es altamente apreciada por su contenido de proteína y su baja proporción de grasas saturadas en comparación con la carne de cerdo (*Sus sp.*) y res (*Bos sp.*). Además, es una fuente importante de ácidos grasos poliinsaturados (AGPs) omega 3 y 6 (Dalle-Zotte y Szendro, 2017) que se relacionan con beneficios a la salud humana. La presencia de AGPs, torna a la carne de conejo altamente susceptible a procesos oxidativos que pueden derivar en su rápido deterioro (Kumar *et al.*, 2015). A fin de poder disminuir la velocidad de las reacciones de oxidación en la carne de conejo y promover su calidad, la adición de FAOX en la dieta de estos animales es una estrategia que ha mostrado influir positivamente diversos parámetros de la calidad y estabilidad oxidativa de la carne. No obstante, también se han reportado estudios donde no se muestran cambios significativos

o efectos negativos (Lui *et al.*, 2009). La variabilidad de las respuestas obtenidas depende en gran medida por las diferencias en el tipo, cantidad y el modo en el que estos compuestos pueden actuar dentro de un sistema biológico complejo (Muíño *et al.*, 2014). A fin de posibilitar respuestas benéficas tanto en la calidad como en la estabilidad oxidativa de la carne de conejo, mediante el uso de FAOX alimentarios se debe de tomar en cuenta la información pertinente sobre los compuestos a utilizar, así como el conocimiento sobre los factores antemortem y las reacciones que desencadenan la oxidación en la carne. Es por ello que el presente trabajo aborda la revisión de las consideraciones necesarias para la inclusión de FAOX en la dieta de conejos y su efecto en la conservación y promoción de la calidad de carne.

Estrés oxidativo y calidad de carne

El término estrés oxidativo, (Figura 1) es usado cuando la producción de especies reactivas supera la defensa antioxidante del organismo, desestabilizando el equilibrio homeostático del animal. En especies productoras de carne, el estrés oxidativo resulta en la producción de las especies reactivas que pueden alterar las funciones celulares normales,

iniciando reacciones en cadena que comprometen la integridad celular. Dañando las estructuras celulares del músculo resultando en un bajo rendimiento y calidad deficiente de la carne (Abdel-Khalek, 2013).

En el músculo, los componentes más susceptibles a la oxidación son las grasas y proteínas. La oxidación lipídica ocurre como consecuencia de la absorción de oxígeno en los AGPs libres o esterificados, los cuales generan radicales alquilo y peroxi propiciando la formación de aldehídos, alcanos y dienos conjugados responsables del aroma a "rancio" (Santos-Fandilla *et al.*, 2014). Aun cuando la oxidación lipídica es considerada la principal causa de deterioro no microbiano, la oxidación de las proteínas de la carne es uno de los temas innovadores en la evaluación de su calidad. De hecho, la oxidación proteica es responsable de muchas modificaciones biológicas, tales como la fragmentación y agregación de proteínas, solubilidad y sobre todo de la oxidación de la principal proteína responsable de la coloración en carne: la mioglobina (Sohaib *et al.*, 2017). A fin de disminuir las reacciones de oxidación y evitar el uso de compuestos sintéticos, la tendencia de la investigación de la industria cárnica se inclina ha-



Figura 1. Adaptado de: Falowo (2014), afectaciones del estrés oxidativo en calidad de carne.

cia la administración en forma dietaria de los FAOX ya que resulta ser una forma efectiva de incorporar dichos compuestos en el tejido muscular disminuyendo la manipulación posterior a la matanza del animal (Hernández-López *et al.*, 2016).

Antioxidantes dietarios en la conservación y calidad de carne de conejo

La desestabilización del equilibrio homeostático en los animales genera impactos negativos en la calidad de carne. A fin de mantener la calidad mediante el uso de antioxidantes dietarios se debe tener distintos factores, tales como el tipo de compuesto, biodisponibilidad, forma de obtención de los FAOX y nivel de adición, tal como se muestra en la Figura 2.

Tipo de compuesto y modo de acción:

En las plantas, existen diversos FAOX; sin embargo, no todos actúan del mismo modo, y dependiendo de su mecanismo de acción, antes, o durante el proceso de auto oxidación pueden ser clasificados en dos grupos: a) primarios que son aquellos antioxidantes que interrumpen la cadena de reacciones entre los que se encuentran los captadores de moléculas de oxígeno y b) secundarios que son los compuestos capaces de prevenir la iniciación de la cadena de oxidación como los antioxidantes enzimáticos y quelantes de metales y moléculas reactivas (Wanasundara y Shahidi, 2005).

Biodisponibilidad: Muchos de estos compuestos han mostrado alta capacidad antioxidante en estudios *in vitro*. Sin embargo, para efectos de la inclusión de FAOX en dietas animales se debe mencionar que no todos son necesariamente benéficos y que sus efectos fisiológicos dependen de su tipo, estructura química y biodisponibilidad en el organismo (Carocho y Ferreira, 2013). Por ejemplo: las agliconas pueden ser absorbidas desde el intestino delgado, mientras que los ésteres, glicósidos y polímeros deben ser hidrolizados por enzimas intestinales o por la microflora colónica antes de la absorción.

Algunos compuestos y sus metabolitos pueden penetrar en los tejidos; sin embargo, su capacidad de acumularse dentro de ellos es aún desconocida (Muíño *et al.*, 2014).

Forma de obtención de los FAOX: Aparte de la gran diversidad de FAOX presentes en la naturaleza, muchos de ellos son termolábiles, por ejemplo, si se utilizan distintos métodos de secado, algunos pueden comprometer su actividad antioxidante más que otros (Rotolo *et al.*, 2013).

Nivel de adición: dependiendo de tipo de FAOX que se utilice en la dieta animal puede mostrar efectos no deseados, como es el caso de los taninos, que en dosis elevadas puede desencadenar efectos pro oxidantes, lo cual resulta en una degradación más rápida de la carne y en menor vida de anaquel (Liu, 2009).

El mantenimiento del balance oxido-redox puede favorecer el mejoramiento de las características de la carne de conejo, la adición de antioxidantes como suplementos nutricionales en la dieta, es una práctica común para mejorar el desempeño animal, la salud y el bienestar animal. El trabajo realizado por Al-Sagheer (2017) reporta el uso de aceite extra virgen de oliva (EVOO), ácido gálico (GA), y aceite de pasto de limón (LGEO) en dietas de conejos

bajo estrés térmicos, registrando un efecto positivo en el estatus oxido-redox de los animales. De igual manera la investigación realizada por Mohd (2013), muestra el efecto positivo en el mantenimiento del estatus oxidativo *in vivo* en conejos con dietas hiperlipidemias, suplementadas con arroz (*Oryza sativa* L.) integral germinado (GBR) arroz blanco (WR) y arroz integral (BR).

La carne de conejo es altamente apreciada como alimento funcional ya que contiene altos niveles de AGPs (ácidos grasos polinsaturados), esta característica puede causar problemas con el almacenamiento, procesamiento y cocinado ya que los AGPs son altamente susceptibles a la oxidación (Dalle Zotte *et al.*, 2016). Generalmente el uso de antioxidantes naturales ofrece



Figura 2. Principales factores que influyen en la utilización de antioxidantes dietarios.

una respuesta positiva, ya sea controlando el balance del estatus oxido-redox del animal *in vivo* ayudándolo a mantener dicho balance en condiciones que detonan la generación estrés y con ello la producción de radicales libres que a su vez perjudican en gran medida la calidad final de la carne (Falowo *et al.*, 2014).

La adición de FAOX en la dieta de conejos, puede otorgarle características de alimento "funcional" a la carne, al conferirle otras propiedades relativas a la promoción de la salud humana y a disminuir el uso de aditivos sintéticos para su conservación, en especial por su acción al disminuir las reacciones de oxidación comunes en la carne. Diversas investigaciones realizadas con la adición de FAOX (Cuadro 1) sugieren efectos positivos respecto a la disminución de productos derivados de la oxidación de las grasas, tales como el MDA (malonaldehído), únicamente el trabajo reportado por Liu *et al.* (2009) sugiere el efecto pro oxidante de los taninos hidrolizables a concentraciones a partir del 1.0% por kg de dieta, esto puede deberse a que los taninos hidrolizables puedan ser metabolizados de manera distinta en el tracto digestivo del animal, no obstante, este mecanismo es aún incierto.

CONCLUSIONES

La inclusión de antioxidantes en la dieta de conejos productores de carne representa una excelente oportunidad para facilitar su conservación, dado que la carne de conejo es altamente susceptible a sufrir el deterioro por procesos oxidativos. Los FAOX derivados de productos vegetales han sido utilizados en las dietas de estos animales con resultados positivos respecto a la conservación de carne. Especial énfasis, refiere el uso de plantas con aceites esenciales como el tomillo (*Thymus vulgaris*) que además de aportar beneficios sensoriales han demostrado capacidad para disminuir considerablemente la oxidación lipídica en la carne. A fin de reconocer fuentes potenciales y optimización de uso de diversos FAOX en las dietas de los conejos así como sus efectos en la conservación de la carne, se recomiendan investigaciones adicionales al respecto.

LITERATURA CITADA

- Abdel-Khalek A. M. 2013. Supplemental antioxidants in rabbit nutrition: A review. *Livestock Science*, 158(1–3), 95–105.
- Al-Sagheer A. A., Daader A. H., Gabr H. A., Abd El-Moniem E. A. 2017. Palliative effects of extra virgin olive oil, gallic acid, and lemongrass oil dietary supplementation on growth performance, digestibility, carcass traits, and antioxidant status of heat-stressed growing New Zealand White rabbits. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(7), 6807–6818.
- Brewer M.S. 2011. Natural Antioxidants: Sources, Compounds, Mechanisms of Action, and Potential Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(4), 221–247.
- Carocho M., Ferreira I. C. F. R. 2013. A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and chemical toxicology*, 51, 15–25.
- Cullere M. 2016. Effect of *Silybum marianum* herb on the productive performance, carcass traits and meat quality of growing rabbits. *Livestock Science*, 194, pp.31–36.
- Dabbou S., Gai F., Renna M., Rotolo L., Dabbou S., Lussiana C., Zoccarato I. 2017. Inclusion of bilberry pomace in rabbit diets: effects on carcass characteristics and meat quality. *Meat science*, 124, 77–83.
- Dal Bosco A., Mugnai C., Roscini V., Mattioli S., Ruggeri S., Castellini C. 2014. Effect of dietary alfalfa on the fatty acid composition and indexes of lipid metabolism of rabbit meat. *Meat science*, 96(1), 606–609.
- Dal Bosco A., Mourvaki E., Cardinali R., Servili M., Sebastiani B., Ruggeri S., Castellini C. 2012. Effect of dietary supplementation with olive pomaces on the performance and meat quality of growing rabbits. *Meat science*, 92(4), 783–788.
- Dal Bosco A., Gerencsér Z., Szendrő C., Mugnai M., Cullere M., Kovács S., Zotte A. 2013. Effect of dietary supplementation of Spirulina (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*) on rabbit meat appearance, oxidative stability and fatty acid profile during retail display. *Meat Science*.
- Dalle Zotte A., Cullere M., Sartori A., Szendrő Z., Kovács M., Giaccone V., Dal Bosco A. 2014. Dietary Spirulina (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*) supplementation to growing rabbits: Effects on raw and cooked meat quality, nutrient true retention and oxidative stability. *Meat science*, 98(2), 94–103.
- Dalle Zotte, A., Celia, C., y Szendrő, Z. 2016. Herbs and spices inclusion as feedstuff or additive in growing rabbit diets and as additive in rabbit meat: A review. *Livestock Science*, 189, 82–90.
- Falowo A. B., Fayemi P. O., Muchenje V. 2014. Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 64(June), 171–181.
- Hernández-López S. H., Rodríguez-Carpena J. G., Lemus-Flores C., Galindo-García J., Estévez M. 2016. Antioxidant protection of proteins and lipids in processed pork loin chops through feed supplementation with avocado. *Journal of Food Science and Technology*, 53(6), 2788–2796.
- Kouba M., Benatmane F., Blochet J. E., Mourot J. 2008. Effect of a linseed diet on lipid oxidation, fatty acid composition of muscle, perirenal fat, and raw and cooked rabbit meat. *Meat Science*, 80(3), 829–834.
- Kumar Y., Yadav D. N., Ahmad T., Narsaiah K. 2015. Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(6), 796–812.
- Liu H.W., Dong X.F., Tong J.M., Zhang Q. 2011. A comparative study of growth performance and antioxidant status of rabbits when fed with or without chestnut tannins under high ambient temperature. *Animal Feed Science and Technology*, 164(1–2), 89–95.

Cuadro 1. Fitoquímicos Antioxidantes (FAOX) dietarios y su efecto en la oxidación lipídica de la carne de conejo (*Oryctolagus cuniculus* L.).

Fuente	Tipo de antioxidante	Animales y dieta	Efectos en oxidación	Ref.
Linaza	Antioxidantes, ácidos grasos polinsaturados	Californian×New Zelanda; 30 g/kg de linaza extruida, por 35 días.	Aumento de los ácidos grasos insaturados, sin afectaciones en la oxidación lipídica de la carne	1
Alfalfa fresca	α -tocoferol, β -tocoferol, ácidos grasos polinsaturados	Híbridos Martini; Divididos grupo control (pellet) y grupo tratamiento (pellet+alfalfa fresca)	Incrementa el valor de μg MDA/g de 0.9 para el control y de 0.13 para el grupo tratamiento debido a la presencia de ácidos grasos polinsaturados en la alfalfa fresca	2
Castaña	Taninos hidrolizables	Bianca Italiana (machos), (0%, 0.5%, y 1.0%) de extracto natural de madera de castaña comercial (Silvafeed ENC)	Durante la oxidación forzada, a dosis de 0.5% se mejora la estabilidad lipídica de la carne no obstante al 1.0% no hay diferencia con el grupo control de 0%	3
Cascara tomate (TP)	Carotenoides	HycolxGrimaud, (0% TP, 3% TP, y 6% TP) por Kilo de dieta	Después de tres meses de almacenamiento $-20\text{ }^\circ\text{C}$, se observó el incremento de la oxidación lipídica conforme se aumentó la dosis de TP	4
<i>Lippia citriodora</i>	verbascosidos	Nueva Zelanda, dieta convencional (CON) con 1 kgt^{-1} (LNE) o 2 kgt^{-1} (HNE) de extracto, durante 55 días	Mejoramiento de la estabilidad oxidativa en <i>Longissimus Lumborum</i> con el tratamiento HNE	5
<i>Silybum marianum</i>	Flavonoides	Pannon blanco, con 5 g/kg y 10 g/kg de polvo herbal en la dieta	Aumenta el grado de oxidación lipídica en carne conforme aumenta el grado de adición en la dieta	6
<i>Perilla frutescens</i> L.	α -linolenico	Carmanggola grey×Nueva Zelanda, con 0, 5, y 10% de semilla en la dieta	Después de un día de almacenamiento a $4\text{ }^\circ\text{C}$, la oxidación lipídica aumenta, debido a la presencia de una mayor cantidad de ácidos grasos polinsaturados	7
Noni (<i>Morinda citrifolia</i>)	Antraquinonas	Nueva Zelanda×California con dieta suplementada con 0, 2, 4 y 6% de polvo de noni	La oxidación lipídica decrece considerablemente durante el almacenamiento, conforme aumenta la adición de fruto en la dieta	8
Tomillo y alga espirulina	Compuestos fenólicos, timol y carvacrol, β -caroteno y carotenoides, provitamina A, B12, y otras vitaminas del grupo B), ácido γ -linoleico	Bianca Italiana. Grupo control con dieta no suplementada (C-C) tratamientos: 5% Spirulina (S), 3% Tomillo (T), o ambos en las mismas proporciones (ST) para todo el periodo de crianza (S-S, T-T, ST-ST) o solo para el periodo de engorda (8-11 semanas: (grupos C-S, C-T, C-ST).	Solo las dietas que incluyen tomillo mejoran la estabilidad oxidativa durante el almacenamiento	9
Hojas de orégano y salvia con diferentes métodos de secado	Compuestos fenólicos, y aceites esenciales antioxidantes	Bianca italiana, suplementados con 1% de hierbas secas (DH), procesadas (OD), orégano (OR) <i>S. officinalis</i> 'Extrakta' (SE) <i>S. officinalis</i> subsp. <i>Lavandulifolia</i> (SL) como sigue: OR-DH y OR-OD, SE-DH y SE-OD y SL-DH y SL-OD, respectivamente)	No se detectan cambios en la estabilidad oxidativa de ningún tratamiento	10
Alcachofa	Compuestos fenólicos	HycolxGrimaud, con dietas suplementadas 0%, 5% and 10%, suministrada durante 96 días	Sin diferencias significativas en la oxidación lipídica de la carne entre tratamientos	11
Residuos derivados de la extracción de aceite de tres cultivares diferentes (A, B y C)	hidroxityrosol (3,4-DHPEA), tirosol (p-HPEA) ácido decarboximetil elenolico y verbascosidos,	Nueva Zelanda con dieta basal sin adición de residuo, y dietas con cada cultivar al 5%	Solo unos de los cultivares da resultado en la disminución de oxidación lipídica en carne	12
Residuos de mora azul (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.)	Proantocianidinas, antocianinas y flavonoides	Gromaud, con dieta de 0, 50, 100 y 150 g/kg de mora azul por kg de dieta	Sin cambios en la oxidación lipídica	13

Adaptado de: 1 (Kouba *et al.*, 2008); 2 (Dal Bosco *et al.* 2014); 3 Liu *et al.*, 2009; 4 (Peiretti *et al.*, 2013); 5 (Palazzo *et al.*, 2015); 6 (Cullere *et al.*, 2016); 7 (Peiretti *et al.*, 2011); 8 (Mireles-Arriaga *et al.*, 2015); 9 (Dalle Zotte *et al.*, 2014); 10 (Rotolo *et al.*, 2013); 11 (Dabbou *et al.*, 2014); 12 (Dal Bosco *et al.*, 2012); 13 (Dabbou *et al.*, 2017). *Todos los autores refieren dietas isoproteicas e isocalóricas además del consumo de agua *ad libitum*.

- Liu H. W., Gai F., Gasco L., Brugiapaglia A., Lussiana C., Guo K. J., Zoccarato I. 2009. Effects of chestnut tannins on carcass characteristics, meat quality, lipid oxidation and fatty acid composition of rabbits. *Meat science*, 83(4), 678–83.
- Mireles-Arriaga, I., Hernández-García P., Espinosa-Ayala E., López-Martínez L., Márquez-Molina O. 2015. Effect of Noni (*Morinda citrifolia* L) on Growth Performance, Lipid Oxidation and Meat Quality Traits of Rabbits. *Life Science Journal*, 12, pp.61–67.
- Mohd-Esa N., Abdul Kadir K.-K., Amom Z., Azlan A. 2013. Antioxidant activity of white rice, brown rice and germinated brown rice (*in vivo* and *in vitro*) and the effects on lipid peroxidation and liver enzymes in hyperlipidaemic rabbits. *Food chemistry*, 141(2), 1306–12.
- Muñoz I., Apeleo E., De la Fuente J., Pérez-Santaescolástica C., Rivas-Cañedo A., Pérez C., Lauzurica S. 2014. Effect of dietary supplementation with red wine extract or vitamin E, in combination with linseed and fish oil, on lamb meat quality. *Meat science*, 98(2), 116–23.
- Palazzo M., Vizzarri F., Nardoia M., Ratti S., Pastorelli G., Casamassima D. 2015. Dietary *Lippia citriodora* extract in rabbit feeding: effects on quality of carcass and meat. *Archiv fuer Tierzucht*, 58(2), 355.
- Peiretti P.G., Gai F., Rotolo L., Brugiapaglia A., Gasco L. 2013. Effects of tomato pomace supplementation on carcass characteristics and meat quality of fattening rabbits. *Meat science*, 95(2), 345–51.
- Peiretti P.G., Gasco L., Brugiapaglia A., Gai F. 2011. Effects of perilla (*Perilla frutescens* L.) seeds supplementation on performance, carcass characteristics, meat quality and fatty acid composition of rabbits. *Livestock Science*, 138(1), 118-124.
- Rotolo, L., Gai, F., Nicola, S., Zoccarato, I., Brugiapaglia, A., y Gasco, L. 2013. Dietary Supplementation of Oregano and Sage Dried Leaves on Performances and Meat Quality of Rabbits. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(11), 1937–1945.
- Santos-Fandila A., Camino-Sánchez F. 2014. Degradation Markers in Nutritional Products. A Review. *Austin Journal of Analytical and Pharmaceutical Chemistry*, 1(1), 1–7.
- Sohaib M., Anjum F. M., Arshad M. S., Imran M., Imran A., Hussain S. 2017. Oxidative stability and lipid oxidation flavoring volatiles in antioxidants treated chicken meat patties during storage. *Lipids in Health and Disease*, 16(1),
- Wanasundara P., Shahidi F. 2005. Antioxidants: Science, Technology, and Applications. En F. Shahidi. (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products* (sixth, pp. 431–489). John Wiley y Sons, Inc.



PARASITOS GASTROINTESTINALES DE GANADO BOVINO Y CAPRINO EN QUECHULTENANGO, GUERRERO, MÉXICO

GASTROINTESTINAL PARASITES OF BOVINE AND CAPRINE LIVESTOCK IN QUECHULTENANGO, GUERRERO, MÉXICO

Figuroa-Antonio, A.¹; Pineda-Rodríguez, S.A.¹; Godínez-Jaime, F.²; Vargas-Álvarez, D.^{3*}; Rodríguez-Bataz, E.¹

¹Laboratorio de Investigación en Parasitología, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Lázaro Cárdenas S/N, Chilpancingo, Guerrero, México. ²Unidad Académica de Matemáticas Universidad Autónoma de Guerrero, Segundo piso del Edificio Administrativo, Chilpancingo, Guerrero, México. ³Laboratorio de Producción Integral de Alimentos y Productos Naturales, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Lázaro Cárdenas S/N, Chilpancingo, Guerrero, México.

*Autor de correspondencia: dvargas@uagro.mx

REUMEN

Las parasitosis gastrointestinales impactan la ganadería, ocasionando retraso en el crecimiento, disminución en la producción de leche, reproducción y mala conversión alimenticia. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la prevalencia de parásitos gastrointestinales en ganado bovino y caprino de la localidad de Quechultenango, Guerrero, México. Se recolectaron muestras de materia fecal en dos temporadas, lluvias (junio y julio) y seca (febrero y marzo), la muestra se tomó del recto del animal y se examinaron por los métodos: directo, sedimentación simple y tinción de Kinyoun. Se aplicó un cuestionario a los ganaderos para obtener información de los animales (edad, sexo, raza y finalidad zootécnica). Se analizaron 119 bovinos y 101 caprinos, de ranchos de la localidad. Se observó una prevalencia total de 91.8% (202/220). Por temporada de muestreo fue mayor (ganado bovino y caprino) en la temporada seca (49.0%), por tipo de ganado, en el bovino (94.1%, 112/119). La prevalencia en el ganado bovino fue muy similar en las dos temporadas (lluvias 47.8%, seca 46.2%); en el caprino fue más alta en la temporada seca y con una mayor diversidad parasitaria (lluvias 36.6%, seca 52.4%). Con respecto a los parásitos, en los bovinos fueron más frecuentes los protozoarios, tales como las coccidias, incluyendo *Cryptosporidium* spp. En caprino, las coccidias, registraron mayor número y diversidad de especies. El análisis estadístico mostró asociación ($p < 0.05$) entre las variables edad y sexo en caprinos y presencia parásitos gastrointestinales. Las especies de mayor importancia fueron *E. zuernii*, *E. parva* y *E. bovis*, y de los nematodos, *Trichostrongylus* spp., especies relacionadas con diarrea severa en el ganado estudiado. La temporada seca favorece la presencia de un mayor número de especies parásitas gastrointestinales y de animales infectados.

Palabras claves: Parásitos gastrointestinales, prevalencia, coccidias, nematodos, *Cryptosporidium*.

ABSTRACT

Gastrointestinal parasitosis impacts livestock production, causing a delay in growth, decrease in milk production, reproduction and poor food conversion. The objective of this study was to evaluate the prevalence of gastrointestinal parasites in bovine and caprine livestock in the locality of Quechultenango, Guerrero, México. Fecal matter samples were collected in two seasons, rainy (June and July) and dry (February and March); the sample was taken from the animal's rectum and examined through the methods: direct, simple sedimentation and Kinyoun tincture. A questionnaire was applied to livestock producers to obtain information about the animals (age, sex, breed, and zootechny purpose). The livestock analyzed was 119 bovine and 101 caprine, from ranches in the locality. A total prevalence of 91.8% (202/220) was observed. For each sampling season, it was higher (bovine and caprine livestock) in the dry season (49.0 %), per type of livestock, in bovine (94.1%, 112/119). The prevalence in bovine livestock was very similar in the two seasons (rainy 47.8%, dry 46.2%); in caprine, it was higher in the dry season and with greater parasite diversity (rainy 36.6%, dry 52.4%). Regarding the parasites, protozoa were more frequent in bovines, such as coccidia, including *Cryptosporidium* spp. In caprine, coccidia showed a higher number and diversity of species. The statistical analysis showed association ($p < 0.05$) between the variables age and sex in caprine and gastrointestinal parasite presence. The species of highest importance were *E. zuernii*, *E. parva* and *E. bovis*, and of nematodes, *Trichostrongylus* spp., species related to severe diarrhea in the livestock studied. The dry season favors the presence of a higher number of gastrointestinal parasite species and animals infected.

Keywords: gastrointestinal parasites, prevalence, coccidia, nematodes, *Cryptosporidium*.

rivados de excelente calidad, con el fin de hacer rentable y eficiente el negocio ganadero, obligando a modernizar todos los parámetros de calidad y salubridad para el ganado, y que no sean propensos a dañar la salud del consumidor, por ello, es importante promover la salud de los rumiantes (Torrescano et al., 2009). Muchos países carecen de normas nacionales completas en materia de calidad e inocuidad para los alimentos; sin embargo, al ponderar los beneficios frente al costo de la aplicación de normas completas de calidad e inocuidad de los alimentos, puede ser elevado; sin embargo, algunos países en desarrollo, con ayuda técnica de la FAO, han adoptado y aplicado normas nacionales completas sobre calidad e inocuidad de los alimentos basadas en las normas, directrices y códigos de prácticas (FAO, 1999). Entre las infecciones que afectan al ganado están las bacterianas, virales y parasitarias. Estas últimas ocasionadas por diversas especies a nivel gastrointestinal entre las que se encuentran *Eimeria*, *Cryptosporidium* y algunos nematodos (Souza et al., 2012). Existen muchos factores que afectan la salud de los rumiantes, tales como los helmintos y las coccidias que llevan a cuadros severos al ganado, cuyas manifestaciones más comunes son la diarrea acuosa, pérdida de peso, malestar general, anorexia, vómitos, fiebre, epigastralgia y signos de deshidratación (Pino et al., 2006). Las distintas enfermedades afectan con mayor intensidad a los animales jóvenes, provocando pérdida de peso y retraso en el desarrollo y crecimiento de los rumiantes (Barbosa et al., 2012a). Es por ello que los animales se debilitan y son susceptibles a contraer enfermedades secundarias que

INTRODUCCION

La población mundial aumenta a un ritmo vertiginoso, así también la demanda de las diferentes especies de ganado bovino, caprino, porcino, equino y aviar, que a lo largo de la historia han sido utilizadas por el hombre como una de las principales fuentes de materias primas y de un número creciente de productos (Barbosa et al., 2012b). El Sector Agropecuario y Pesquero es estratégico y prioritario para el desarrollo del país porque, además de ofrecer los alimentos que consumen las familias mexicanas y proveer materias primas para las industrias manufactureras y de transformación, se ha convertido en un importante generador de divisas al mantener un gran dinamismo exportador (González et al., 2011; Rodríguez-Vivas et al., 1993). La ganadería es una de las actividades primarias con mayor crecimiento durante la última década, lo que se refleja en un sector pecuario rentable y sustentable que garantiza la producción y abasto de alimentos accesibles, sanos y de calidad (Wilmsen et al., 2014). El concepto de calidad en ganado revoluciona según la demanda del mercado, la expectativa de comercialización de las distintas carnes o productos derivados de estas especies, tanto en el mercado interno como para exportación, por lo que enfrenta el reto de producir sus de-

incluso les ocasionan la muerte en casos extremos y pérdidas económicas al ganadero y a la industria (González *et al.*, 2011). Existe otro grupo de parasitosis de alta gravedad para los rumiantes y para la salud humana, la coccidiosis causadas por especies de *Eimeria* que son una forma importante de infección intestinal que afecta intensamente a todo tipo de ganado y que lo lleva a que sea de baja calidad para su consumo o de compra y venta (Juárez y Rajal, 2013). En ganado caprino se aplican investigaciones para diagnosticar la frecuencia y diversidad de especies de *Eimeria* y se usa como herramienta útil para determinar y comprender su potencial impacto económico en rebaños a nivel nacional, y evaluar el aspecto socio-económico (Castillo *et al.*, 2008). En este estudio, se identificó la prevalencia y especies de parásitos gastrointestinales que afectan al ganado caprino, además de algunos factores, tales como la edad, sexo, raza, finalidad zootécnica y sistema de explotación de algunos ranchos de la localidad de Quechultenango, Guerrero, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio en ganado bovino y caprino, de siete ranchos de la localidad de Quechultenango en busca de parásitos gastrointestinales, durante el mes de julio de 2016. La localidad de Quechultenango se ubica a 860 m de altitud (17° 08' 10" y 17° 29' 49" N y 99° 00' 39" y 99° 19' 26" O). Se sitúa en la vertiente interior de la sierra Madre del Sur y es integrante de los municipios que conforman la Región Centro del Estado. Registra tres tipos de climas cálido subhúmedo, semicálido subhúmedo y templado subhúmedo. El régimen de lluvias se presenta de junio a septiembre, con una precipitación anual de 1100 mm. En las partes bajas, la temperatura es de 24 °C y en las altas de 14 °C.

Se recolectaron muestras de materia fecal de ganado bovino y caprino, con el apoyo de los médicos veterinarios, la muestra se tomó a partir del recto con un guante de plástico. Cuando se obtuvo la cantidad de heces suficiente, el guante se volteó para utilizarlo como recipiente de recolección, se cerró cuidadosamente tratando de eliminar todo el aire y se identificó con la edad, el sexo, el nombre del propietario, hora de recolección de heces, número de arete, la raza, finalidad zootécnica, sistema de explotación. Las muestras se transportaron en hieleras al Laboratorio de Investigación en Parasitología de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas para su procesamiento. Las heces fueron procesadas por tres métodos parasitológicos.

Para la revisión de las muestras en la búsqueda de parásitos se empleó el examen directo y la sedimentación simple. La técnica de tinción de Kinyoun para identificar a *Cryptosporidium* spp., que es específica para este parásito. En la identificación de las formas parásitas se realizó el estudio morfométrico y el apoyo de un atlas de parásitos gastrointestinales de ganado caprino. Con los datos obtenidos de las encuestas y los resultados de laboratorio, se elaboró una base de datos en el programa estadístico SPSS v. 19. Se calculó la prevalencia y frecuencias simples y se aplicó la prueba exacta de Fisher en busca de asociación entre la prevalencia a parásitos gastrointestinales y las variables edad, sexo y raza del ganado caprino.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el estudio coproparasitoscópico de 220 muestras, 119 de ganado bovino y 101 de caprino, fueron colectadas en los meses de junio y julio del 2015, (época de lluvias) y los meses de febrero, marzo y mayo del 2016 (temporada de secas), se determinó el 91.8% de positividad a uno o más parásitos gastrointestinales (PGI) entre protozoarios (*Eimeria*, *Cryptosporidium*, *Giardia*) y helmintos (nematodos). Por tipo de ganado, la prevalencia de PGI fue ligeramente mayor en ganado bovino 94.1% (112/119). Con relación a la temporada de muestreo, se observó una mayor prevalencia total (ganado bovino y caprino) en la temporada de secas 49.0% (108/220). En la temporada de lluvias la prevalencia de PGI en el ganado bovino fue ligeramente mayor (47.8%, 57/119) comparado con la temporada de secas. Diferente a lo mostrado por el ganado caprino, esta fue mayor en temporada de secas (52.4%, 53/101); el comportamiento de la prevalencia total es diferente cuando se confronta, donde esta es mayor en temporada de secas (Figura 1).

La comparación de las frecuencias de los grupos de parásitos identificados en el ganado muestreado, presentó diferencias con relación a la temporada y tipo de ganado. En la temporada de secas, los bovinos mostraron mayor frecuencia de Helmintos (20%, 12/60), al igual que los caprinos (33.3%, 20/60). En la época de lluvias los bovinos con alta frecuencia de coccidias (*Eimeria* spp.) (93.2%, 55/59), diferente a los caprinos, que fue mayor en la temporada de secas (95.1%, 39/41). Para *Cryptosporidium* spp. (Figura 2, 3), los bovinos presentaron la mayor frecuencia (33.8%, 20/59) en época de lluvias, a diferencia de los caprinos que fue menor en la temporada de secas (21.6, 13/60). Para *Giardia lamblia*

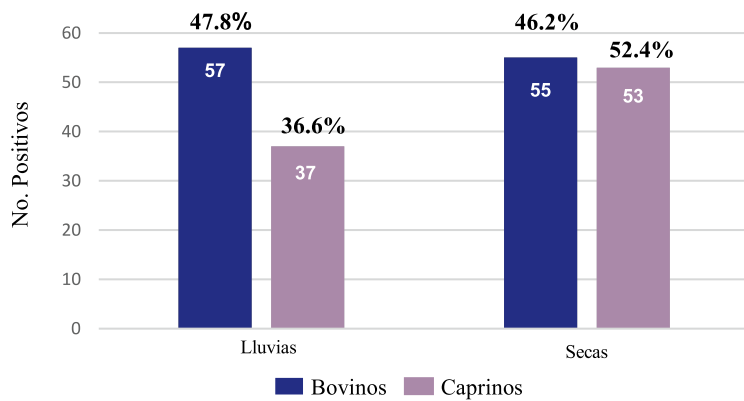


Figura 1. Prevalencias de parásitos gastrointestinales por temporada de muestreo y tipo de ganado.

en el periodo de secas (75%, 45/70), seguida de *E. zuernii* y *E. bovis* (Figura 7). *Cryptosporidium* spp., registró mayor número de animales infectados en la temporada de secas (21.5%, 13/60), y de forma similar se presentó en otros protozoarios como *Entamoeba* spp., *E. coli* y *G. lamblia*. Referente a los helmintos, solo se identificaron los géneros *Trichostrongylus* spp., *Ostertagia* spp., *Cooperia* spp., en ambos periodos de muestreo (Cuadro 2).

fue similar, el mayor registro fue en temporada de lluvias para bovinos (6.7%, 4/59) y en caprinos en temporada de secas (11.6%, 7/60), (Cuadro 1).

En la temporada de lluvias, fueron menos especies del género *Eimeria*, en el ganado bovino (cuatro especies), comparado con la temporada de secas (cinco especies), observando que *E. subspherica* y *E. zuernii* se mantuvieron como las más frecuentes en ambos periodos; mientras que *Cryptosporidium* spp., registró el mayor número de casos en la temporada de lluvias (33.8, 20/59). En el caso de los helmintos, únicamente se identificaron nematodos, *Trichostrongylus* spp. (Figura 4, 5 y 6), donde se presentó en las dos temporadas de muestreo, pero con mayor frecuencia en la temporada de secas (15%, 9/60), así como dos géneros más *Toxocara* y *Hemonchus*. Con relación a la frecuencia de los grupos de parásitos presentes en el ganado caprino, con respecto a las coccidias del género *Eimeria*, el mayor número de especies y de casos se observaron en

el periodo de secas. *Eimeria parva* se presenta en ambos periodos de muestreo y con mayor frecuencia

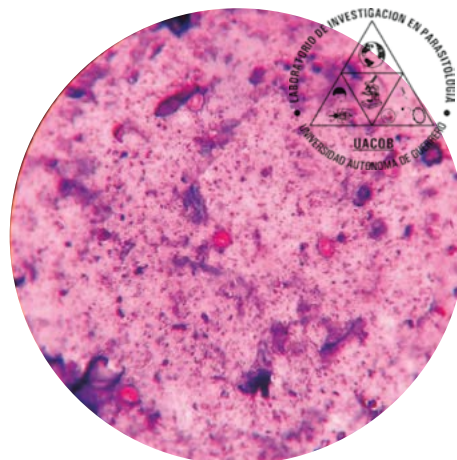


Figura 2. Parásito encontrado: *Cryptosporidium* spp. Técnica empleada: Tinción de kimyoun.

El análisis estadístico para determinar asociaciones entre la positividad y algunas variables con relación al tipo de ganado, solo fue posible para algunas de ellas, debido al número tan reducido de estudiados, o porque la positividad fue del 100%. Para el ganado bovino no observó asociación, pero si en el ganado caprino, donde las hembras presentaron una asociación estadísticamente significativa con 11.5 veces más riesgo de presentar parásitos gastrointestinales (OR 11.5, IC 95%, 1.55-88.68, p=0.007). Otras variables fueron asociadas, pero sin ser estadísticamente significativas, tales como la edad y el sistema de explotación extensivo

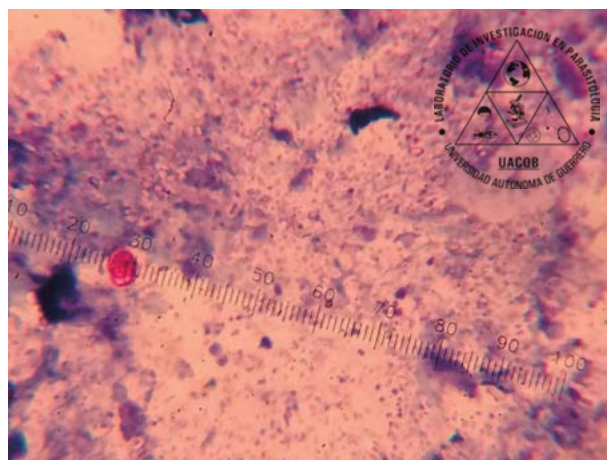


Figura 3. Parásito encontrado: *Cryptosporidium* spp. Técnica empleada: Tinción de kimyoun.

Las parasitosis gastrointestinales son generalmente producidas por Helmintos (nematodos, cestodos) y protozoarios. En animales productivos (rumiantes), los parásitos gastrointestinales reducen la producción de carne, leche, huevo, lana y otros productos para el consumo y uso humano (Rodríguez-Vivas et al., 2001). El estudio coproparasitoscópico de 220 muestras de ganado bovino (119) y caprino

Cuadro 1. Frecuencia de los grupos de parásitos identificados en el ganado bovino y caprino en las temporadas de muestreo.

	Época de lluvias		Época de secas	
	Bovino (n=59) Positivos (%)	Caprino (n=41) Positivos (%)	Bovino (n=60) Positivos (%)	Caprino (n=60) Positivos (%)
Helmintos	5 (8.4)	12 (29.2)	12 (20)	20 (33.3)
Coccidias	55 (93.2)	39 (95.1)	48 (80)	52 (86.6)
<i>Cryptosporidium</i> spp.	20 (33.8)	8 (19.5)	10 (16.6)	13 (21.6)
<i>Giardia lamblia</i>	4 (6.7)	2 (4.8)	3 (5)	7 (11.6)

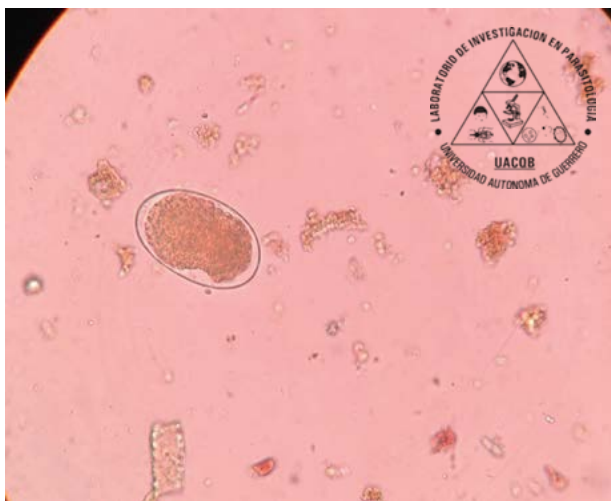


Figura 4. Parásito encontrado: *Trichostrongylus* spp. (estado de huevo).
Técnica empleada: Sedimentación simple.

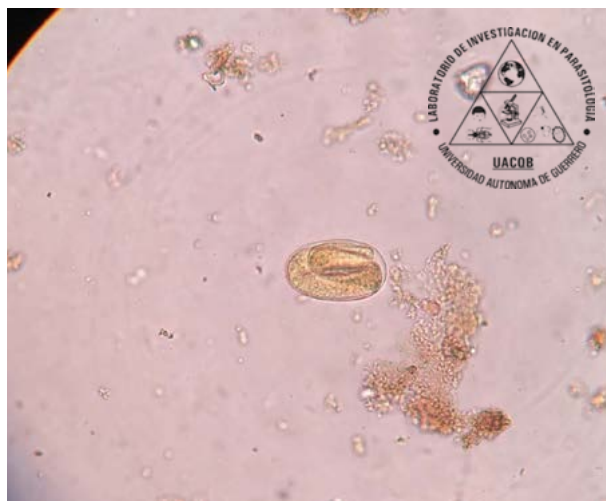


Figura 5. Parásito encontrado: *Trichostrongylus* spp. (estado de huevo larvado).
Técnica empleada: Sedimentación simple.



Figura 6. Parásito encontrado: *Trichostrongylus* spp. (larva).
Técnica empleada: Sedimentación simple.

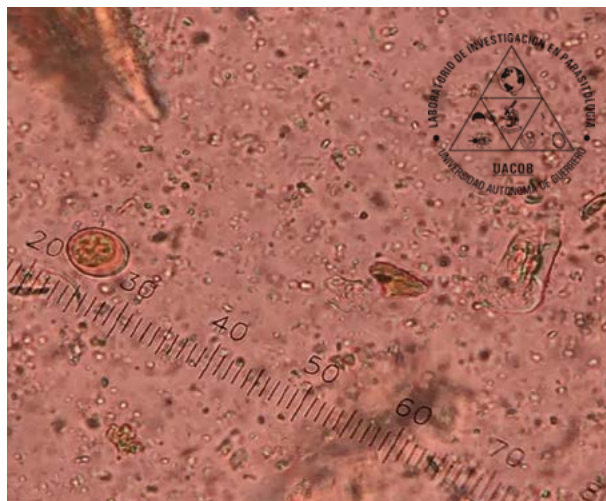


Figura 7. Parásito encontrado: *Eimeria bovis*.
Técnica empleada: Sedimentación simple.

(101) del área de estudio, mostró una prevalencia de 91.8% de positividad a uno o más parásitos gastrointestinales, superior a lo reportado por (Olufunmilayo *et al.*, 2015), quienes en Southwest, obtuvieron una prevalen-

cia de 75.75%, otro estudio realizado en 183 animales de lechería y 186 animales de carne, encontraron una prevalencia de infección por parásitos gastrointestinales de 83% (Bairden y Armon, 1981), que es ligeramente

Cuadro 2. Frecuencia de parásitos presentes en el ganado caprino en la temporada de lluvias y secas de la localidad de Quechultenango, Guerrero, México.

Parásitos	Temporada de Lluvias n=41		Temporada de Secas n=60	
	Positivos	(%)	Positivos	(%)
Coccidias				
<i>Eimeria parva</i>	13	31.7	45	75
<i>Eimeria</i> spp.	10	24.3	0	0
<i>Eimeria furei</i>	7	17.0	3	5
<i>Eimeria arloingi</i>	4	9.7	22	36.6
<i>Eimeria pallida</i>	4	9.7	20	33.3
<i>Eimeria zuernii</i>	-	-	29	48.3
<i>Eimeria bovis</i>	-	-	28	46.6
<i>Cryptosporidium</i> spp.	8	19.5	13	21.5
Otros Protozoarios				
<i>Entamoeba</i> spp.	3	7.3	21	35
<i>Giardia lamblia</i>	2	4.8	7	11.6
<i>Entamoeba coli</i>	-	-	1	1.6
Helmintos (nematodos)				
<i>Trichostrongylus</i> spp.	17	41.4	20	33.3
<i>Ostertagia</i> spp.	3	7.3	1	1.6
<i>Cooperia</i> spp.	1	2.4	1	1.6

menor a lo demostrado en este estudio. Por tipo de ganado, la prevalencia de PGI fue ligeramente mayor en ganado bovino 94.1% (112/119), comparado con el estudio realizado por Gadahi *et al.* (2009), quienes reportan una prevalencia menor de (63.5%) en este ganado. Mientras que en caprinos se obtuvo un 89.1% (90/101), diferente a lo reportado por Gadahi *et al.* (2009) en Islamabad, Pakistán, que muestra una prevalencia de 53,33% (48/90). En la época de lluvias la prevalencia de PGI en el ganado bovino fue ligeramente mayor (47.8%, 57/119) comparado con la temporada de secas. Diferente a lo que mostró el ganado caprino, que fue mayor en temporada de secas (52.4%, 53/101). Un estudio realizado en Campeche, México, por Encalada-Mena *et al.* (2009), reporta una prevalencia mayor a PGI en el ganado bovino, en temporada de lluvias de 62.31%, y en temporada de secas 80.15%; diferente a lo observado en este estudio.

La especie *Eimeria parva* se presentó en ambos periodos de muestreo y con mayor frecuencia en el periodo de secas (75%, 45/70), seguida de *E. zuernii* y *E. bovis*. Con relación a las especies de coccideas, tales como *Eimeria* spp., es frecuente en este tipo de ganado como lo muestra el estudio de Rodríguez-Vivas *et al.* (2001), donde 5,283 rumiantes, con frecuencias elevadas para coccidias, en el ganado bovino de 71.57% (2,739/3,827) y en el ganado caprino 93.40% (1,360/1,456), seguido de helmintos del género *Strongylida*, donde su principal característica es causar un estado de anemia, ya que tanto las larvas de cuarto estadio como los adultos son he-

matófagos y se calcula que en un animal la pérdida media de sangre es de 0.05 ml por parásito por día.

La frecuencia de *Cryptosporidium* spp., en bovinos es de 33.8% (20/59) en temporada de lluvias a diferencia de lo que presentó el ganado caprino, esta fue mayor en la temporada de secas (21.6%, 13/60). Comparado con lo realizado por Muñoz *et al.* (2011) en la Región Metropolitana de Chile en muestras diarreas de bovinos reportando mayor prevalencia (49,8%, 102/205) de muestras positivas a *Cryptosporidium* spp., por medio de la técnica de Ziehl Neelsen. Otro estudio realizado por Domínguez *et al.* (1993) en Yucatán, México, en 1,905 bovinos muestreados en los dos ciclos anuales, registró mayor número de especies con las siguientes frecuencias, protozoarios como *Eimeria* sp. 86.01%, nematodos del orden *Strongylida*, 84.72%, *Stoxocara* spp., 0.10%, *Strongyloides* sp, 19.58%, *Monogamus* spp, 0.73%, *Trichuris* spp. 18.69% y el cestodo *Moniezia* spp. 8.92%, diferente a lo observado en este estudio, donde fue mayor el número de especies de protozoarios (*Eimeria* spp., *Cryptosporidium* spp., *Entamoeba* spp., *Giardia lamblia*, *Balantidium coli*) y menor de nematodos. El análisis estadístico mostró como única variable asociada, en el ganado caprino, el sexo, las hembras de este ganado presentaron once veces el riesgo de presentar parásitos gastrointestinales (OR 11.5, IC_{95%} 1.5-88.68, p=0.007). Las hembras recién paridas presentan una baja en la inmunidad, lo que las hace susceptible a la infección por parásitos gastrointestinales. (Araujo *et al.*, 2011). Las especies de protozoarios generalmente se encuentran asociadas a enferme-

dades transmitidas por agua, por lo que es común en muestras de heces. Los agentes patógenos y parásitos transmitidos por el agua son los que tienen alta infectividad, los que pueden proliferar en ella, o los que demuestran alta resistencia fuera del organismo, tales como *Cryptosporidium* spp., *Giardia lamblia* (Juárez et al., 2013).

En los rumiantes, la cryptosporidiosis y giardiosis se transmiten por la vía hídrica. Entre las afectaciones al ganado, *Giardia* produce síndrome de mal absorción, pérdida de peso, evacuaciones anormales y, por consiguiente, mala conversión alimenticia y pérdidas económicas para el productor (Savioli et al., 2006). Las enfermedades parasitarias afectan la productividad en los diferentes tipos de ganado, entre los caprinos y bovinos el pastoreo es considerado como uno de los principales problemas que enfrentan estas especies en todo el mundo, estas enfermedades afectan con mayor frecuencia a animales jóvenes en desarrollo, provocando baja ganancia de peso y retraso en el crecimiento, los animales se debilitan y son susceptibles a contraer enfermedades secundarias que incluso les ocasionan la muerte en casos extremos (González et al., 2011). Cuando se trata de enfermedades que involucran y afectan la salud y el bienestar humano, donde fácilmente adquieren un perfil más relevante por la participación de Salud Pública. En el contexto veterinario tampoco quedan relegado los animales de compañía, en el cual juega un rol especial la estrecha convivencia con el hombre y el afecto de los propietarios con sus mascotas (Bulman y Laberti, 2012). Finalmente, las especies de protozoarios del género *Eimeria* spp., *Cryptosporidium* y otros, fueron abundantes en especies y en número en las dos temporadas de muestreo, y menor los nematodos, lo que estaría indicando el uso de antiparasitarios por el bajo número de especies y de animales infectados, descuidando las especies de *Eimeria* spp., que fueron consistentes en ambos periodos de estudio, donde algunas de ellas provocan diarreas severas.

CONCLUSIONES

La prevalencia de parásitos gastrointestinales en el ganado bovino y caprino fue de 91.8% en la zona de estudio. En el ganado bovino se determinó una prevalencia de 96.6% de parásitos gastrointestinales con mayor frecuencia algunas especies de *Eimeria*, y entre los nematodos *Trichostrongylus* spp. El ganado caprino presentó una prevalencia de 85.3%,

con mayor frecuencia *Trichostrongylus* spp., seguido de especies de *Eimeria* spp. La mayor frecuencia de especies de parásitos gastrointestinales, fue en la temporada de secas. La temporada de muestreo influye en la prevalencia de parásitos, las especies de parásitos presentes y la frecuencia de animales infectados. En el ganado caprino se registró como factor de riesgo con significancia estadística a las hembras, con once veces más de ser parasitadas. Las variables asociadas edad y sistema de explotación, no fueron significativas. Entre las especies de parásitos gastrointestinales de interés médico veterinario, se identificaron especies de *Eimeria* con alta patogenicidad como *E. zuernii*, *E. parva* y *E. bovis*, otra especie de importancia zoonótica *Cryptosporidium* spp., y entre los nematodos *Trichostrongylus* spp., las cuales ocasionan diarrea severa y pérdidas económicas a los ganaderos.

LITERATURA CITADA

- Araujo V., Gómez M., Milano M. 2011. Prevalencia de la infección por *Cryptosporidium* spp. En bovinos de dos establecimientos del Noreste Argentino, Rev. Vet. Electrón; 12, 10.
- Barbosa J., Passos C., Azevedo B., Henrique A. 2012a. Risk factors relating to helminth infections in cows during the peripartum. Rev. Bras. Parasitol. Vet.; 21, 92–96.
- Barbosa J., Passos R., Henrique A., Guimares J. 2012b. Gastrointestinal helminths in calves and cows in an organic milk production system. Rev. Bras. Parasitol. Vet; 21, 87–91.
- Bairden K., Armour J., 1981. A survey of abomasal parasitism in dairy and beef cows in south west Scotland. Vet. Rec; 109: 153-155.
- Bulman G., Lamberti J. C. 2012. Parásitos y enfermedades parasitarias emergentes y reemergentes: calentamiento global, cambio climático, transmisión y migración de especies. Evaluación de la participación del hombre. Sit. Arg. Produc. Animal; 38,5.
- Castillo H., Chavez A., Hoces D., Casas E., Rosadio R., Wheeler J. 2008. Contribución al estudio del parasitismo gastrointestinal en guanacos (*Lama guanicoe cacsilensis*). Rev. Inv. Vet. Perú; 19, 168–175.
- Dominguez A., Rodríguez V., Honhold N. 1993. Epizootiología de los parásitos gastrointestinales en bovinos del estado de Yucatán. Vet Méx; 24:189-93.
- Encalada-Mena L., Corbala-Bermejo J., Vargas-Magaña J., García-Ramírez M., Uicab-Brito K., del Río-Rodríguez J. 2009. Prevalencia de nematodos gastroentéricos de becerros en sistemas de doble propósito del municipio de escárcega, Campeche, México, Agrociencia; 43: 569-576.
- FAO, 2013. Panorama de la seguridad Alimentaria y Nutricional en México. <http://www.fao.org/publications/es/>
- Gadahi J.A., Arshed M.J., Ali A., Javaid S.B. y Shah S.I. 2009, Prevalence of Gastrointestinal Parasites of Sheep and Goat in and around Rawalpindi and Islamabad, Pakistan, Vet World; 2 (2), 51-53.
- González R., Cordova C., Torres G., Mendoza P., Arece J. 2011. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en ovinos sacrificados en un rastro de Tabasco, México. Rev. Vet. Méx; 42, 125–135.



- Juárez M., Rajal V. 2013. Parasitosis intestinales en Argentina: principales agentes causales encontrados en la población y en el ambiente. *Rev. Peq. Arg. Microbiol.* 45, 191–204.
- Muñoz P., Fredes F., Díaz-Lee A., Mercado R., Ozaki L. 2011. Detección de *Cryptosporidium* spp. En terneras de lecherías de la Región Metropolitana mediante Ziehl Neelsen y confirmada por inmunocromatografía y ensayo molecular, *Archivos de Medicina veterinaria*, 43, 111-116.
- Olufunmilayo O. A., Olayide A. J., Oludinsin F. O., Racheal A. O., Japhet D. W. 2015. Prevalence of Gastrointestinal Parasites of Goats in Ibadan, Southwest, Nigeria., *World Journal of Agricultural Research*, 3(2), 49-51.
- Pino L., Sandoval E., Florio J., Jiménez D. 2006. Niveles de infestación parasitaria, condición corporal y valores de hematocrito en bovinos resistentes, resilientes y acumuladores de parásitos en un rebaño Criollo Río Limón. *Zootec. Tropic.* 24, 333–346.
- Rodríguez-Vivas R. Cob-Galera LA., Domínguez-Alpizar J. 2001. Frecuencia de parásitos gastrointestinales en animales domésticos diagnosticados en Yucatán, México. *Veterinaria zootécnica. Revista Biomedicina*, 12:19-25.
- Savioli L., Smith H., Thompson A. 2006. *Giardia* and *Cryptosporidium* join the 'Neglected Diseases Initiative'. *Trends Parasitol.* 22:203-8.
- Souza M., Neto M., Silva R., Batista A., Pezzi M. 2012. Gastrointestinal parasites of sheep, municipality of Lajes, Rio Grande do Norte, *Rev. Bras. Par. Vet.* 21, 71–73.
- Torrescano G., Sanchez A., Vásquez M., Paz R., Pardo A. 2009. Caracterización de canales y de carne de bovinos de animales engordados en la zona centro de Sonora. *Rev. Mex. Cienc. Pecuaria.* 1, 157–168.
- Wilmsen M., Silva B., Bassetto C., Talamini A. 2014. Gastrointestinal nematode infections in sheep raised in Botucatu, state of São Paulo, *Rev. Bras. Par. Vet.* 23, 348–354.



EVALUACIÓN DE LA PROGENIE DE GALLOS CRIOLLOS (*Gallus gallus domesticus* L.) CON CRESTA DE ROSA

EVALUATION OF THE PROGENY OF CREOLE ROOSTERS (*Gallus gallus domesticus* L.) WITH ROSE COMB

Rodríguez-Ortega, L. T.¹; Rodríguez-Ortega, A.¹; Vargas-Galicia, A. J.²; Nieto-Aquino, R.^{1*}; Pérez-Pérez, R. J.¹; Pérez-Aguilar, A. K.¹; Pro-Martínez, A.²; González-Cerón, F.³

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Tepatepec, Hidalgo, México. C. P. 42660. ²Co-legio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco, Estado. México. C. P. 56230.

³Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado. México. C. P. 56230.

*Autor de correspondencia: rnieto@upfim.edu.mx

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el tipo de crestas (simple o rosa) en la progenie de gallos criollos con cresta rosa (*Gallus gallus domesticus* L.). Dos grupos, cada uno conformado por un gallo con cresta rosa y nueve gallinas cresta simple fueron utilizados para evaluar el porcentaje de eclosión, tipo de cresta (simple o rosa) y peso inicial de la progenie. Se recolectaron 22 huevos de cada grupo de forma aleatoria, los cuales fueron incubados por pavas criollas (*Meleagris gallopavus* L.) durante 21 d. El porcentaje de eclosión fue de 70.5% (31 huevos eclosionados de 44). El 55% de la progenie presentó cresta simple y el 45% cresta rosa. Los pollos con cresta rosa mostraron similar ($P>0.05$) peso inicial que los pollos con cresta simple (39.3 vs 37.6 ± 1.9 g). Los resultados del presente trabajo sugieren que al cruzar gallinas cresta simple con gallos cresta rosa en la progenie se pueden observar ambos tipos de cresta, sin presentar diferencia de peso inicial.

Palabras clave: progenie, cresta simple, cresta rosa.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the type of comb (simple or rose) in the progeny of Creole roosters with rose comb (*Gallus gallus domesticus* L.). Two groups, each one made up of one rooster with rose comb and nine hens with simple comb were used to evaluate the percentage of hatching, type of comb (simple or rose) and initial weight of the progeny. Twenty-two (22) eggs were collected from each group randomly, which were incubated by Creole turkey hens (*Meleagris gallopavus* L.) during 21 d. The percentage of hatching was 70.5% (31 eggs hatched from 44). Of the progeny, 55% presented simple comb and 45% pink comb. The chickens with rose comb showed similar ($P>0.05$) initial weight than the chickens with simple comb (39.3 vs 37.6 ± 1.9 g). The results from this study suggest that when crossing hens with simple comb with roosters with rose comb, both types of combs can be seen in the progeny, without presenting a difference in initial weight.

Keywords: progeny, simple comb, rose comb.



INTRODUCCIÓN

La cresta es un crecimiento carnoso en la parte superior de la cabeza que presentan algunas especies de aves, se presenta tanto en hembras como en machos (Rodríguez-Ortega et al., 2017). La coloración y el brillo de ésta son un signo de salud, madurez sexual y estado social (Wan et al., 2018). Navara et al. (2012) observaron que la coloración de la cresta en machos está en función de la calidad espermática, mientras que en las gallinas el tamaño y coloración de la cresta está ligado con la postura (Wan et al., 2018). Frahm et al. (2001) reportaron que el tipo de cresta puede conducir a cambios en el cráneo y morfología cerebral, este tejido se nutre por vasos cerebrales. El tipo de cresta en pollos básicamente está controlado por los genes R y P en dos cromosomas diferentes. La cresta sencilla (Figura 1) de tipo salvaje está determinada por la combinación de genes: rrpp, este tipo de cresta comienza en las fosas nasales y solo es una recta de púas. La cresta rosa es ancha, casi plana en la parte superior, de baja altura, carnosa, que termina en una espiga bien desarrollada (Figura 1), Crawford y Smyt (1964) mencionaron que este tipo de cresta es expresado por individuos homocigotos (RRpp o Rrpp), Imsland et al. (2012) reportaron la cresta en forma de rosa es causada por una inversión en el cromosoma 7. Por otra parte, la cresta en forma de guisante tiene una de dos posibles combinaciones de genes: (rrPP o rrPp), y presenta tres filas de crestas (Figura 1) y es de menor tamaño que la cresta simple (Boije et al., 2012). La cresta nuez es determinada por cuatro posibles combinaciones de genes: RRPP, RRPp, RrPP o RrPp, esta es similar a la rosa; sin embargo, no tiene puntas y no son tan planas, son redondeadas y más pequeñas que la rosa (Imsland et al., 2012). La morfología de la cresta es un rasgo que demuestra una considerable variabilidad entre los gallos domésticos. La cresta se compone principalmente de vasos sanguíneos y tejido conectivo. Los mayores componentes del tejido conectivo son el colágeno y el ácido hialurónico (Nakano et al., 1997; Wright et al., 2009). En la literatura revisada se encontró poca información sobre la progenie de pollos criollos con cresta rosa, por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el tipo de cresta (simple o rosa) en la progenie de gallos criollos con cresta rosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en las instalaciones avícolas de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, ubicada a 1900 m de altitud (Rodríguez-Ortega et al., 2012). Un total de 18 gallinas criollas cresta simple y dos gallos criollos con cresta rosa (Figura 2), fueron distribuidos aleatoriamente en dos grupos (9 hembras y un macho). Estas aves fueron recolectadas de la avicultura de traspatio que se desarrolla en el Valle del Mezquital Hidalgo, México.

Alimentación e instalaciones

Los animales fueron alimentados ad libitum con alimento comercial peletizado que cubrió y excedió sus necesidades de mantenimiento (NRC, 1994), el agua se ofreció a libre acceso. Los animales fueron alojados en corrales de 6x4 m, techados y con piso de tierra. La colecta de huevo para la incubación se realizó el 9 de enero 2017, estos fueron incubados por pavas criollas (*Meleagris gallopavo* L.) en cloaquez, colocadas en cajas de madera con nido de paja (Figura 3). Las gallinas del grupo 1 tuvieron un peso vivo pro-

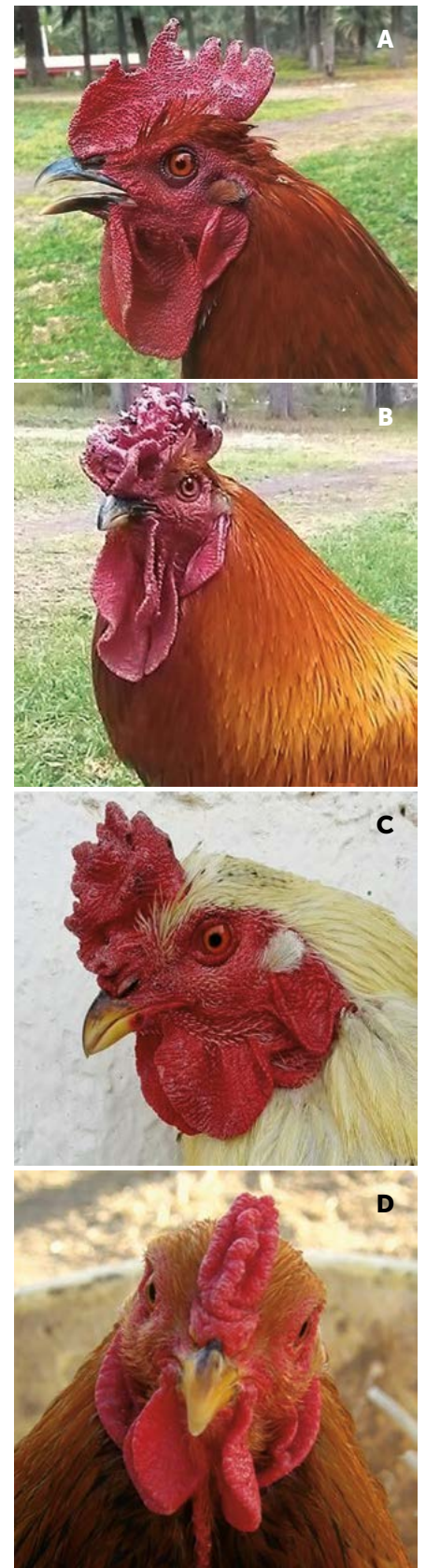


Figura 1. Morfología de la cresta. A: cresta simple, B: cresta rosa, C: cresta guisante, C: cresta nuez. Estos animales forman parte de la colecta de gallos criollos (*Gallus gallus domesticus*) para el estudio.



Figura 2. Gallos criollos (*Gallus gallus domesticus* L.) con cresta rosa. G1: gallo utilizado en el grupo 1, peso vivo 2.945 kg. G2: gallo del grupo 2, peso vivo 3.365 kg.

medio de 1.753 ± 0.556 kg, mientras que las gallinas del grupo 2 tuvieron 1.818 ± 0.313 kg. Las hembras de pavos criollos en cloaquez tuvieron un peso vivo promedio de 5.160 kg (Figura 3).

El peso promedio inicial fue analizado con una prueba de T de dos muestras. La presencia de cresta simple o rosa fue analizada usando PROC FREQ de SAS (2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de eclosión fue de 70.5% (31 huevos eclosionados de 44). La cresta simple se presentó con mayor frecuencia (55 vs 45%, respectivamente; Figura 4), Hardesty (1931) reportó que el desarrollo de la cresta comienza a partir del sexto o séptimo día embrionario.

Imsland et al. (2012) reportaron que la cresta rosa es causada por una inversión en el cromosoma 7.

La presencia de cresta simple o rosa en la progenie de gallos con cresta rosa y gallinas con cresta simple de este trabajo coinciden con lo reportado por Imsland (2015) quienes reportan que al cruzar aves con cresta rosa (heterocigotos) y aves cresta simple (homocigotos), el 50% de sus descendientes presentarán cresta simple y el otro 50% presentarán cresta rosa, las aves con cresta simple se presentan con mayor frecuencia que las aves con cresta de rosa. Por otra parte, se han realizado evaluaciones de la morfología de las diferentes crestas en poblaciones de aves en donde no se conocen los progenitores, y han observado que la cresta rosa se presenta con menor frecuencia que la simple. Badubi et al. (2006) reportaron que la cresta sencilla se presenta con mayor frecuencia que la rosa, guisante y nuez (90.4, 4.9, 1.0 y 1.3%, respectivamente). Por otra parte, Apuno et al. (2011) observaron que la cresta sencilla se presenta en un 96.45%, rosa 3.10% y guisante 0.44%. El tamaño y el peso de las aves en su primer día de vida son los factores importantes en la producción (Mendes et al., 2011). Gomes et al. (2008)



Figura 3. Pavos criollos (*Meleagris gallopavo* L.) en cloaquez utilizadas para la incubación de la progenie de gallos criollos con cresta rosa.

reportaron que los pollos de engorda con mayor peso inicial presentaron un mejor rendimiento que los pollos con bajo peso. Los pollos con cresta rosa mostraron similar ($P>0.05$) peso inicial que los pollos con cresta simple (39.3 vs 37.6 ± 1.9 g).

CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo sugieren que al cruzar gallinas cresta simple con gallos cresta rosa en su progenie se pueden observar ambos tipos de cresta, sin presentar diferencia de peso inicial.

LITERATURA CITADA

Apuno A. A., Mbap S. T., Ibrahim T. 2011. Characterization of local chickens (*Gallus gallus domesticus*) in Shelleng and Song Local Government Areas of Adamawa State, Nigeria. Agriculture and Biology Journal of North America 2(1): 6-14.

Badubi S. S., Rakereng, M., Marumo, M. 2006. Morphological Characteristics and Feed Resources Available for Indigenous Chickens in Botswana. Livestock Research for Rural Development. 18 (1). Revisado 17 de Febrero de 2018. <http://www.lrrd.org/lrrd18/1/badu18003.htm>

Boije H., Harun-Or-Rashid M., Lee Y.-J., Imsland F., Bruneau N., Vieaud A., Gourichon D., Tixier-Boichard M., Bed'hom B., Andersson L., Hallböök F. 2012. Sonic Hedgehog-signalling patterns the developing chicken comb as revealed by exploration of the pea-comb mutation PLOS ONE 7 (12) e50890: 1-9.

Crawford R. D., Smyt J. R. 1964. Studies of the Relationship Between Fertility and the Gene for Rose Comb in the Domestic Fowl: 2. The Relationship Between Comb Genotype and Duration of Fertility. Poultry Science 43 (4): 1018-1026.

Frahm H. D., Rehkämper G., Werner C. W. 2001. Brain Alterations in Crested Versus Non-Crested Breeds of Domestic Ducks (*Anas platyrhynchos* f.d.). Poultry Science 80:1249-1257.

Gomes G. A., Araújo L. F., Prezzi J. A., Savietto D., Júnior J. R. S., Valério J. 2008. Tempo de fornecimento da dieta pre-inicial para

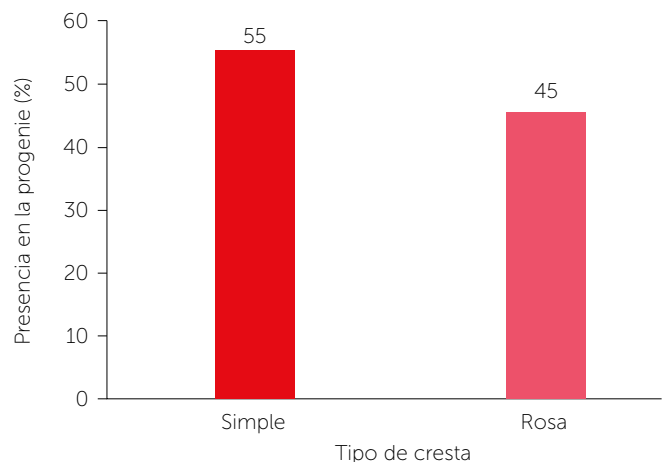


Figura 4. Presencia de cresta simple o rosa en 31 pollitos descendientes de gallos criollos (*Gallus gallus domesticus* L.) con cresta rosa.

fragos de corte com diferentes pesos ao alojamento. Revista Brasileira Zootecnia 37: 1802-1807.

Hardesty, M. 1931. The structural basis for the response of the comb of the leghorn fowl to the sex hormones. American Journal Anatomy 47: 277-323.

Imsland F., Feng C., Boije H., Bed'hom B., Fillon V., Dorshorst B., Rubin C-J., Liu R., Gao Y., Gu X., Wang Y., Gourichon D., Zody M. C., Zecchin W., Vieaud A., Tixier-Boichard M., Hu X., Hallböök F., Li N., Andersson L. 2012. The Rose-comb Mutation in Chickens Constitutes a Structural Rearrangement Causing Both Altered Comb Morphology and Defective Sperm Motility. PLoS Genetics 8 (6): e1002775-e1002775.

Imsland F. 2015. Monogenic Traits Associated with Structural Variants in Chicken and

Horse. Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Medicine 1124. 59 pp. Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis. ISBN 978-91-554-9295-3.

Mendes A. S., Paixão S. J., Restelatto R., Reffatti R., Possenti J. C., Moura D. J de., Morello G. M.Z., Carvalho T. M. R de. 2011. Effects



Figura 5. Progenie de gallos (*Gallus gallus domesticus* L.) con cresta rosa. S1d y S21d: pollitos con cresta simple al primer y 21 d de edad, R1d y R21d: con cresta rosa al primer y 21 d de edad. El promedio de peso al nacimiento fue de 38.4 ± 1.92 g.

- of initial body weight and litter material on broiler production. *Revista Brasileña de Ciencias Avícolas* 13 (3): 165-170.
- Nakano T., Imai S., Koga T., Sim, J. S. 1997. Light microscopic histochemical and immunohistochemical localisation of sulphated glycosaminoglycans in the rooster comb and wattle tissues. *Journal of Anatomy* 189: 643-650.
- Navara K. J., Anderson E. M., Edwards M. L. 2012. Comb size and color relate to sperm quality: a test of the phenotype-linked fertility hypothesis. *Behavioral Ecology* 23 (5): 1036-1041.
- National Research Council, 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Rodríguez-Ortega A., Martínez-Menchaca A., Ventura-Maza A., Vargas-Monter J. 2012. Adaptación de tres variedades de morera (*Morus spp.*) en el estado de Hidalgo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3 (4): 671-683.
- Rodríguez O. L.T., Nieto A. R., Rodríguez O. A., Nochebuena H. J. de D., Vargas M. J., Rodríguez M. J. M. 2017. *Fundamentos de Producción Avícola*. Ed. Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Tepatepec Hidalgo, México. 57 p.
- SAS 2011. Institute. *Language guide for personal computers*. Release. 9th ed. Cary: SAS Institute; 2006. 1028 p
- Wan Y., Wang Z., Guo X., Ma C., Fang Q., Geng Z., Chen X. and Jiang R. 2018. Phenotypic characteristics of upright and pendulous comb among chicken breeds and association with growth rate and egg production. *Animal Science Journal* 89: 250-256.
- Wright D., Boije, H., Meadows J. R., Bed'hom B., Gourichon D., Vieaud A., Tixier-Boichard M., Rubin C. J., Imsland F., Hallböök F., Andersson L. 2009. Copy number variation in Intron 1 of SOX5 causes the Pea-comb phenotype in chickens. *PLoS Genet* 5 (6) e1000512: 1-10.



EL SISTEMA DE LIBRE PECOREO EN GALLINAS *Gallus gallus*, UNA ALTERNATIVA PARA EL BIENESTAR ANIMAL

THE SYSTEM OF FREE FORAGING IN HENS (*Gallus gallus*):
AN ALTERNATIVE FOR ANIMAL WELFARE

Cruz-del Angel, X., Vargas-Mendoza, M.C.

Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Programa en Agroecosistemas Tropicales.km 88.5
Carretera Xalapa-Veracruz. Predio Tepetates, Mpio. Manlio Fabio Altamirano, Apdo. Postal 421,
Veracruz, Veracruz. México. C.P. 91700.

Autores de correspondencia: xicotencatl_1992@hotmail.com, mvargas@colpos.mx

RESUMEN

Los actuales sistemas de producción de aves mantienen a los animales en constante presión y estrés. A fin de disminuir estas condiciones de estrés, en la actualidad está cobrando mayor importancia el concepto de bienestar animal, en el que las aves pueden desarrollarse de forma más acorde a su comportamiento natural. De ahí que se han rediseñado los modelos de manejo y cuidado de la salud animal. En esta nota se dan a conocer las ventajas del sistema de libre pecoreo que conducen al bienestar de las aves. En este sistema, por ejemplo, las gallinas desarrollan sus actividades naturales con mayor frecuencia y tienden a efectuar sus actividades habituales de manera más completa, incluyendo mayores movimientos de alas y vuelos, lo cual es benéfico porque mantiene un sistema óseo más resistente, y hay reducción de agresiones. Las desventajas asociadas a este sistema son alta mortalidad debido a los depredadores, además de mayor exposición a enfermedades y parásitos.

Palabras clave: Gallinas libres, avicultura orgánica, avicultura ecológica, bienestar animal.

ABSTRACT

Current poultry production systems keep animals under constant pressure and stress. In order to reduce these stress conditions, the concept of animal welfare is now becoming more important, in which poultry can develop in a manner more in keeping with their natural behavior. That is why the models of management and care of animal health have been redesigned. In this note, the advantages of the free-run system that lead to the welfare of poultry are explained. In this system, for example, chickens develop their natural activities more frequently and tend to carry out their usual activities more completely, including greater movements of wings and flights, which is beneficial because it maintains a more resistant bone system, and there is reduction of aggressions. The disadvantages associated with this system are high mortality due to predators, as well as greater exposure to diseases and parasites.

Keywords: Free chickens, organic poultry, ecological poultry, animal welfare.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio, 2018, pp: 110-113.

Recibido: junio, 2017. **Aceptado:** marzo, 2018.



INTRODUCCIÓN

En la avicultura de Europa y a nivel mundial ha surgido una preocupación por el bienestar animal, ya que en la actualidad existen sistemas que no dejan a las aves desarrollar de forma adecuada su comportamiento natural (Preston, 1992). Es por ello que se han rediseñado los modelos de manejo y cuidado de la salud animal (Peralta *et al.*, 2016); por ejemplo, desde 2012 en Europa fueron prohibidas las jaulas en batería las cuales fueron sustituidas por jaulas enriquecidas o por sistemas de libertad. Procurar el bienestar animal implica que las aves dispongan de espacio suficiente para el desarrollo de sus funciones vitales y disminuyan así el estrés; cuidar que las aves estén libres de enfermedades y lesiones; proveer una buena nutrición; y la eliminación del sufrimiento, el miedo, el hambre, la sed, y otras experiencias negativas (Fraser, 1993). Cabe señalar que el bienestar está relacionado con la forma de vivir del animal y que lleva una vida en armonía en relación con el ambiente, así como con algunos factores de preferencia (elección de objetos y alimentos que los atraen y gustan). Sin embargo, de acuerdo con Fraser (1999) existen diferentes enfoques del bienestar que plantean que el bienestar no solo está relacionado con las necesidades del animal, sino con todo lo que necesita para mantenerse en confort, tener buena salud y pueda sobrevivir. El objetivo de esta nota es dar a conocer a los avicultores y productores interesados en el bienestar animal, las bondades del sistema de libre pecoreo, que surge como una alternativa para que las aves puedan tener una vida de mayor bienestar.

Características del sistema del libre pecoreo

El libre pecoreo tiene como característica principal brindar a las gallinas un espacio donde pueden realizar sus comportamientos naturales, los cuales consisten en rascar, explorar, forrajear, estirarse, acicalarse, bañarse, picar insectos, picar hormigas y picar arañas. Este sistema de producción es parecido al sistema tradicional; sin embargo, el libre pecoreo permite a las gallinas desarrollar una vida más parecida a la natural donde hay un incremento del bienestar animal y así cumpliendo con las cinco libertades de los animales que garantiza (una alimentación adecuada, mantengan un buen estado de salud, evita la incomodidad física y térmica, elimina el dolor, estrés, el miedo, y desarrollen su comportamiento natural). Cabe

señalar que este sistema de libertad ayuda a las aves a consumir menos alimento comercial, compensando la dieta con fuente de proteína que obtiene de semillas, insectos, lombrices y escarabajos así complementando la nutrición. El libre pecoreo se caracteriza por brindar a las gallinas una caseta para el resguardo de los depredadores nocturnos (Fanatico, 2007; Abouelezz *et al.*, 2013).

Tipos de sistemas de libre pecoreo

Campero

El sistema campero también conocido como de libertad, las gallinas disponen de un espacio amplio para el libre pecoreo, así como un gallinero que les brinda protección de los depredadores nocturnos. Cabe señalar que este sistema de libre pecoreo se basa en el cuidado y confort de las gallinas, que va más allá de proporcionarle una buena alimentación, provisión de agua y ventilación dentro del corral, solo se les proporciona comederos, bebederos y un nido para la puesta de huevo (Ochoa, 2001). Este sistema campero beneficia a las aves mostrando mayor confort y mejor salud, ya que permite a las aves distribuirse mejor y puedan hacer una selección natural en la recolección de insectos y una diversidad de vegetales para compensar su dieta (Lay *et al.*, 2011). Fanatico (2007), menciona que la densidad en que las aves deben de realizar sus comportamientos naturales en este sistema es de 4 m² para cada gallina.

Orgánico

Este sistema de producción es el más integrado, a su vez el más sano y asociado con el medio ambiente. Se define por la sostenibilidad ambiental mejorando el medio ambiente y aprovechando los recursos, ofreciendo al animal una vida más saludable y libre de jaulas. El sistema orgánico es importante ya que mejora los beneficios de las aves aportando luz solar, agua, espacio, aire fresco, forrajeo, exploración y anidación; cabe resaltar que el 20% de la alimentación debe elaborarse en la región o adquirirlo con productores que se dediquen a la producción de alimentos orgánicos, así mismo conocer de dónde adquieren los insumos que se les provee a las aves y el área donde forrajean (Oluwakemi, 2014). Fanatico (2007) menciona que la alimentación es muy restringida usando comida orgánica, y deben realizar prácticas de prevención, y no usar antibióticos. Por otra parte el espacio de superficie utilizable en este sistema



no debe ser mayor a nueve gallinas por cada m² (Hemila, 1999), mientras que en el acceso al aire libre debe de tener de espacio de 4 m² para cada gallina (Fanatico, 2007), también el sistema orgánico le asigna a las aves una caseta para el resguardo de los depredadores y con ello amortiguar las condiciones ambientales (frio, calor, lluvia entre otros), debe de disponer de perchas y que realicen baños de polvo (Oluwakemi, 2014).

Tradicional




Este sistema es conservado y heredado proveniente de las culturas rurales actuales de México. Este sistema es el más frecuente y se caracteriza por dar una alimentación con residuos de la comida familiar y forrajear materia del entorno en el que habitan (insectos, larvas, lombrices, caracoles, flores, semillas, materia vegetal etcétera) (Camacho-Escobar *et al.*, 2011). Por otra parte el sistema contribuye a la sostenibilidad de la producción y reduce el costo de la alimentación (Abouelezz *et al.*, 2014). El sistema tradicional emplea el pastoreo de las gallinas en largas extensiones de terreno sin que se les impida realizar las actividades naturales, y no dependen del cuidado del productor porque obtienen el alimento en mayor cantidad debido al pastoreo; no se les proporcionan comederos ni bebederos solo en ocasiones se usan depósitos que puedan ser utilizado para la proporción de agua, no tienen un lugar específico para descansar y duermen sobre árboles que se encuentran cerca de la casa del productor para el resguardo de los depredadores nocturnos (Camacho-Escobar *et al.*, 2011).

Requisitos de los sistemas de acuerdo con la Unión Europea



Los sistemas alternativos deben disponer de comederos longitudinales que le ofrezca de longitud 10 cm por cada ave, y en comederos de forma circular un mínimo de 4 cm de longitud por cada gallina, de igual manera en bebederos continuos se le ofrece de longitud 2.5 cm por cada ave, o bien, si se utilizan bebederos circulares, que ofrezcan de longitud un cm por cada gallina. Cabe señalar que, si desean utilizar bebederos de boquilla o en taza, al menos debe de tener uno por cada diez gallinas, y en bebederos de conexiones como mínimo cada gallina podrá acceder a dos bebederos de boquilla o en taza. Los sistemas alternativos tendrán un nido para siete gallinas; cuando se utilicen nidos colectivos, debe tener de superficie utilizable un m² para un máximo de 120 gallinas. De igual manera deben de tener perchas que no sean acerados y deben tener 15 cm de espacio por cada gallina, y no se deben de instalar sobre la cama,

la distancia horizontal entre percha debe ser de 30 cm y entre la percha/pared de 20 cm; al menos 250 cm² de cama por cada gallina y debe de ocupar un tercio de la superficie del suelo, asimismo el suelo de la instalación debe de estar hecho de manera que soporte y no dañe las bases. En espacios exteriores deben de tener varias salidas y con una altura de 35 y de anchura de 40 cm, deberán de distribuirse sobre la longitud del gallinero; en cualquier caso una apertura de anchura de dos metros en total disponible para un grupo de 1000 gallinas; sin embargo, los espacios exteriores deben de prevenir cualquier contaminación, mantener un espacio apropiado con el tamaño de la parvada y al suelo, deben de proveer refugios contra los depredadores y cambios climáticos (Hemila, 1999).

Ventajas

-  Las gallinas desarrollan sus actividades naturales con mayor frecuencia y tienden a llevar un comportamiento más completo (Fanatico, 2007).
-  El huevo en sistemas de libre pecoreo, por la yema que es más amarillenta y la albumina la hace más exquisita entre los consumidores, así obtiene un precio más elevado (Abouelezz *et al.*, 2013).
-  Realizan más movimientos de alas y vuelo, lo cual es benéfico porque mantienen un sistema óseo más resistente, y hay reducción de agresiones.

Desventajas

-  Existe mayor mortalidad debido a los depredadores (Oluwakemi, 2014).
-  Las gallinas están expuestas a las toxinas, aves silvestres y a las enfermedades que estas les pueden transmitir (Fanatico, 2007).

CONCLUSIONES

En el sistema de libre pecoreo, se deben de introducir aves que se adapten y tiendan a mejorar la producción, por lo tanto, se recomienda introducir razas como Isa Brown, Red Rhode Island, Black Leghorn, Plymouth Rock Barrada y New Hampshire, ya que éstas se adaptan de manera favorable a los sistemas alternativos y zonas rurales, sufren menor mortandad y desarrollan una mayor rusticidad.

LITERATURA CITADA

- Abouelezz F.M.K., Sarmiento F.L., Santos R.R., Solorio S.F.J. 2013. Egg production, egg quality and crop content of Rhode Island Red hens grazing on natural tropical vegetation. *Trop Anim Health Prod.* 45: 367-372.

- Abouelezz F.M.K., Sarmiento-Franco L., Santos-Ricalde R., Segura-Correa J. 2014. Use of the Outdoor Range and Activities of Rhode Island Red Hens Grazing on Natural Vegetation in the Tropics. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 16: 1555-1563.
- Camacho-Escobar M. A., Lezama-Núñez P. N., Jerez-Salas M. P., Kollas J., Vásquez-Dávila M.A., García-López M.A., Arroyo-Ledezma J., Ávila-Serrano N. Y., Chávez-Cruz F. 2011. Avicultura indígena mexicana: sabiduría milenaria en extinción. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 1: 375-379.
- Fraser D. 1993. ASSESSING ANIMAL WELL-BEING: COMMON SENSE, UNCOMMON SCIENCE. Centre for Food and Animal Research. Agriculture Canada.
- Fraser D. 1999. Animal ethics and animal welfare science: bridging the two cultures. *Applied Animal Behaviour Science*. 65, 171-189.
- Fanatico A. 2007. Sistemas Avícolas Alternativos con Acceso a Pastura. ATTRA-National Sustainable Agriculture Information Service.
- Hemila, K. 1999. Directiva 1999/74/ce del consejo del 19 de julio de 1999 por la que se establecen las normas mínimas de protección de las gallinas ponedoras. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*. Bruselas. 203-57.
- Lay-jr D.C., Fulton R.M., Hester P. Y., Karcher D.M., Kjaer J. B., Mench J. A., Mullens B. A., Newberry R. C., Nicol C.J., O'Sullivan N.P., Porter R. E. 2011. Hen welfare in different housing systems. Poultry Science Association Inc.
- López-Zavala R., Cano-Camacho H., Chassin-Noría O., Oyama K., Vásquez-Marrufo G., Zavala-Páramo M. G. 2013. Diversidad genética y estructura de poblaciones de pavos domesticos mexicanos. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 4 (4), 417-434.
- National Organic Standards Board Definition, USA. (1995). Organic Trade Association USA. Recuperado de: <http://www.ota.com/organic/definition.html>.
- Ochoa M.D.A. 2001. Anotaciones sobre un sistema de producción avícola en espacio.
- Oluwakemi R.A. 2014. Effects of diferent feeding strategies on foraging ability and nutrient digestibility of a slow growing organic broiler genotype. Department of Animal Science, Faculty of Science and Technology, Aarhus University, Denmark.
- Peralta V., Zoot A., Patiño P., Arrieta, C.R., Zoot K. 2016. Desempeño productivo y conductas etológicas de gallinas ponedoras en tres tipos de manejo en condiciones de trópico cálido. *Rev. Colombiana Ciencia Animal*. 310-318.
- Preston R.T. 1992. Alternative non-cereal diets four poultry. *Livestock Research for Rural Development*. CIPAV.



INFLUENCIA DEL APORTE EXÓGENO DE PROGESTERONA (CIDR) POST-INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN OVEJAS PRIMALAS

INFLUENCE OF EXOGENOUS PROGESTERONE CONTRIBUTION (CIDR) POST-ARTIFICIAL INSEMINATION IN PRIMIPAROUS EWES

Torres-Lemus, F.¹, Sánchez-Torres, M.T.¹, Nieto-Aquino, R.^{2*}, Salinas-Ríos, T.³, Figueroa-Velasco, J.L.¹, Martínez-Aispuro, J.A.¹, Cordero-Mora, J.¹, Rodríguez-Ortega, L.T.², Vargas-Monter, J.², Campero-Cruz, A.², Noriega-Trinidad, V.²

¹Colegio de Postgraduados. Recursos Genéticos y Productividad – Ganadería. C. P. 56230. Montecillo. Estado de México. ²Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Ingeniería en Producción Animal. C. P. 42660. Tepatepec, Hidalgo. ³Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. C. P. 68120. Oaxaca, Oaxaca.

*Autor de correspondencia: rnieto@upfim.edu.mx

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del aporte exógeno de progesterona (P₄) natural durante 35 d post-inseminación en ovejas primaras sobre el porcentaje de gestación y mortalidad embrionaria. Cuarenta ovejas fueron sincronizadas con el dispositivo CIDR, por un periodo de 9 d. Dos d antes del retiro del dispositivo se aplicaron 15 mg de prostaglandina F_{2α} v.i. Todas las ovejas fueron inseminadas por laparoscopia (IAL) con semen congelado (pajillas de 0.25 mL, con 90×10⁶ espermatozoides). Posteriormente a la IAL las ovejas fueron distribuidas completamente al azar en dos grupos experimentales: el grupo IASP (n=20) ovejas inseminadas que no recibieron P₄ adicional; y el grupo IACP (n=20) ovejas inseminadas que recibieron P₄ exógena durante 35 d post-inseminación. La tasa de gestación se evaluó por ultrasonografía los días 25, 35 y 50 post-inseminación y confirmada con la concentración de P₄ en suero. La presentación del estro en respuesta a la sincronización con el tratamiento hormonal fue del 100% en las ovejas. El inicio del estro reporta un promedio de 37±4.25 h, posterior al retiro del dispositivo CIDR. No se encontraron diferencias entre tratamientos (P>0.05) en la concentración de P₄ en suero durante el proceso de sincronización del estro (IASP: 7.66±1.6; IACP: 8.17±1.8 ng mL⁻¹). Sin embargo, el grupo IACP con aporte exógeno de P₄ presentó concentraciones mayores durante los primeros 15 d (IASP: 5.76±1.4; IACP: 10.18±2.1) y 35 d (IASP: 4.02±0.9; IACP: 7.33±1.3) correspondientes al periodo post-inseminación. El porcentaje gestantes entre tratamientos hasta el d 25 no fue diferente (P>0.05; IASP: 60%; IACP: 55%); sin embargo, en el segundo diagnóstico de gestación a los 35 d post-inseminación, la tasa de gestación en el grupo IASP se redujo un 15% respecto a su diagnóstico inicial (P<0.05; IASP: 45%; IACP: 55%). Se concluye que el aporte exógeno de P₄ en ovejas primaras durante 35 d post-inseminación mantiene la gestación y reduce hasta el 25% la mortalidad embrionaria.

Palabras clave: Sincronización, inseminación artificial, gestación, progesterona.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio. 2018, pp: 114-119.

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



ABSTRACT

The aim of the present investigation was to evaluate the effect of the exogenous contribution of progesterone (P_4) during 35 d post-insemination in primiparous ewes on the percentage of gestation and embryonic mortality. Forty ewes were synchronized with the CIDR device, for a period of 9 d. Two d before the device was removed, 15 mg of prostaglandin $F_{2\alpha}$ v.i was applied. All the ewes were inseminated by laparoscopic (laparoscopic artificial insemination, AI) with frozen semen (straws of 0.25 mL, with 90×10^6 spermatozoa). Subsequently to AI, the ewes were completely randomized into two experimental groups: the IASP group ($n=20$) inseminated ewes that did not receive additional P_4 ; and the IACP group ($n=20$) inseminated ewes that received exogenous P_4 for 35 d post-insemination. The gestation rate was evaluated by ultrasonography on d 25, 35 and 50 post-insemination and confirmed with the concentration of P_4 in serum. The presentation of estrus in response to synchronization with hormonal treatment was 100% in ewes. The onset of estrus reports an average of 37 ± 4.25 h, after the removing of the CIDR device. No differences were found between treatments ($P > 0.05$) in the concentrations of P_4 in serum during the estrus synchronization process (IASP: 7.66 ± 1.6 , IACP: 8.17 ± 1.8). The percentage of pregnant between treatments until d 25 was not different ($P > 0.05$, IASP: 60%, IACP: 55%); however, in the second diagnosis of pregnancy at 35 d post-insemination, the pregnancy rate in the IASP group was reduced by 15% compared to its initial diagnosis ($P < 0.05$, IASP: 45%, IACP: 55%). In conclusion, the exogenous contribution of P_4 in primiparous ewes during 35 d post-insemination maintains the pregnancy and reduces up to 25% the embryonic mortality.

Keywords: synchronization, artificial insemination, gestation, progesterone.

P_4 en plasma desarrollan una función importante en las secreciones endometriales para el crecimiento y mantenimiento de la gestación (Fernández *et al.*, 2018). Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del aporte exógeno de progesterona natural mediante un dispositivo de liberación controlada (CIDR) en ovejas primíparas después de inseminación artificial y su efecto directo en mejoramiento del mantenimiento de la gestación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la unidad ovina de la granja experimental del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México ($98^\circ 48' 27''$ O y $19^\circ 48' 23''$ N) y 2241 m de altitud. El clima es templado subhúmedo con una precipitación media anual de 632.5 mm y una temperatura entre 12 y 18 °C (García, 1988). El manejo de los animales se realizó de acuerdo a las normas de ética y bioseguridad del Consejo de Organizaciones 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 40 ovejas primíparas Dorset, en época reproductiva, con un peso promedio de 40.5 ± 4.8 kg y una condición corporal de 2.5 (Russel *et al.*, 1969), las cuales fueron previamente desparasitadas (IVOMECS[®], Merial) y vitaminadas (Vigantol A.D.E[®], Bayer), además se realizó una ecografía transrectal con un ultrasonido Sonovet 600 (Medison, Inc., Cypress, California, EUA) para determinar que no estuvieran gestantes. Todas las ovejas se alimentaron con heno de avena

INTRODUCCIÓN

La progesterona (P_4) tiene funciones muy importantes, controlando la secreción materno de nutrientes, además de la regulación de factores de crecimiento y agentes inmunosupresivos que son necesarios para el desarrollo del embrión y el reconocimiento materno de la preñez, de este modo, se ha establecido que la presencia de la P_4 es esencial para las ovejas principalmente durante las primeras semanas de gestación considerada la etapa más crítica (Lonergan *et al.*, 2016). En el periodo de la pre-implantación la comunicación entre el embrión y la madre es fundamental (Spencer *et al.*, 2015), las células epiteliales uterinas secretan una diversidad de moléculas además de nutrientes, los cuales son transportados por el sistema vascular fetal-placentario para coadyuvar al crecimiento y desarrollo del embrión. En este contexto, el interferón tau y las prostaglandinas $F_{2\alpha}$ inducen cambios en el endometrio uterino mediante señales químicas necesarias para el reconocimiento materno y mantenimiento de la gestación (Dorniak *et al.*, 2011; Dorniak *et al.*, 2012). Sin embargo, una de las principales pérdidas durante la gestación en ovejas es la mortalidad embrionaria causada por la inadecuada función lútea (Nancarrow, 1994), esto determina que las concentraciones

(*Avena sativa*) *ad libitum* y 600 g de alimento comercial con 14% de proteína cruda (PC) y 2.4 Mcal kg⁻¹ de energía metabolizable (EM) de acuerdo a los requerimientos nutricionales para ovinos (NRC, 2007), además de agua a libre acceso.

Las ovejas fueron sincronizadas con el dispositivo CIDR (0.3 g de progesterona, Zoetis®), por un periodo de 9 d. Dos d antes del retiro del dispositivo se aplicó 15 mg de prostaglandina F_{2α} (Dinoprost, Lutalyse-Zoetis®) vía intramuscular (i.m.). La detección del estro se inició 24 h después del retiro del dispositivo con ayuda de machos con mandil, posteriormente se monitoreó cada 6 h, durante 48 h, para determinar la respuesta y el inicio estro antes de realizar la inseminación artificial por laparoscopia (IAL). Todas las ovejas fueron dietadas durante 24 h antes de ser inseminadas con semen congelado (pajillas de 0.25 mL, con 90×10⁶ espermatozoides). La IAL se realizó de acuerdo a la metodología descrita por Mejía (1997) y Ramírez *et al.* (2005).

Posteriormente a la IAL las ovejas fueron distribuidas completamente al azar en dos grupos experimentales: el grupo IASP (n=20) ovejas inseminadas que no recibieron P₄ adicional; y el grupo IACP (n=20) ovejas inseminadas que recibieron P₄ exógena durante 35 d post-inseminación. El aporte de la P₄ exógena se realizó al siguiente d de la IAL (8:00 am) y consistió en reutilizar el CIDR usado en la sincronización del estro, por un periodo adicional de 10 d, cabe mencionar que el dispositivo correspondía a cada oveja sincronizada para evitar contaminación vaginal, además de que fue previamente lavado con agua destilada y refrigerado a una temperatura de 15 °C. Para el siguiente aporte de P₄ del d 11 al 35 se utilizó un CIDR nuevo, el cual se aplicó (8:00 am) posterior al retiro del primero verificando que no existiera presencia de alguna infección vaginal.

Análisis de progesterona (P₄) en suero

Las muestras de sangre (5 mL) fueron recolectadas mediante punción de la vena yugular a las 08:00 h (en ayuno). Para determinar la concentración de P₄ en suero, las muestras se recolectaron dos d antes de insertar el dispositivo, y posteriormente cada 48 h durante la fase lútea sincronizada hasta el d 25 post-inseminación; así mismo, se tomaron muestras para P₄ cada 72 h del d 35 al 50 para correlacionarlas con pérdidas embrionarias. Todas las muestras se centrifugaron a 1500 g a 4 °C durante 15 min en una centrifuga (IEC Centra 8R, International Equipment Company, EUA); el suero sanguíneo

fue separado y almacenado en tubos de polipropileno para su conservación a -20 °C en un congelador hasta realizar el análisis hormonal. Los análisis de P₄ se realizaron mediante ensayo inmunoenzimático (Immuno-metrics, UK Ltd, 280 Muster Road, London SW6 6BQ). La sensibilidad analítica fue de 0.13 ng mL⁻¹ con coeficiente de variación intra e inter ensayo de 9.59 y 13.7%, respectivamente.

Ultrasonografía

Se realizaron cuatro ecografías transrectales de tiempo real con un ultrasonido Sonovet 600 y un transductor de 7.5 Mhz; 1) Al inicio del estudio, para determinar el estado reproductivo de los animales y verificar que estuvieran vacías y ciclando, 2) El d 25 post-inseminación para detectar gestaciones tempranas, verificando la presencia del embrión, 3) Al d 35 post-inseminación para dar seguimiento a las ovejas gestantes y posibles pérdidas embrionarias; y 4) Al término del periodo de 50 d para verificar el mantenimiento de las gestaciones en ambos grupos.

Análisis estadísticos

El diseño experimental fue completamente al azar, donde cada oveja representó una unidad experimental. El porcentaje de gestación fue analizado a través de la prueba de χ^2 por medio del PROC FREQ. Para la concentración de P₄ se realizó un análisis de varianza de mediciones repetidas a través del tiempo por medio del procedimiento PROC MIXED, el cual incluyó efectos fijos del tratamiento y día, e interacción de ambos. Para este procedimiento, la estructura de covarianza fue modelada usando el efecto de la oveja dentro del grupo, determinándose para la presente variable usar la estructura autoregresiva de primer orden (AR 1) para determinar la correlación entre las mediciones secuenciales dentro del mismo animal (Littell *et al.*, 1998). Los valores medios fueron comparados por el método de medias de mínimos cuadrados (Herrera y Barreras, 2005). Todos los procedimientos fueron realizados por el paquete del sistema de análisis estadístico (SAS, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSION

La presentación del estro en respuesta a la sincronización con el tratamiento hormonal fue del 100% en las ovejas. Referente al inicio del estro se reporta en un promedio de 37±4.25 h, posterior al retiro del dispositivo CIDR (Cuadro 1). Los resultados en la presentación del estro en el presente experimento son semejantes a los

registrados en otras investigaciones quienes reportan respuestas del 87, 90 y 100% de presencia de estros (Wildeus, 1999; Urviola *et al.*, 2005; Mustafa *et al.*, 2007) lo que confirma la efectividad de los tratamientos hormonales. Respecto al inicio del estro existen diversas investigaciones en ovejas que reportan cerca del 90% de la respuesta en estro en un intervalo de 36-72 h posteriores al retiro de la esponja (Zonturlu *et al.*, 2008; Koyuncu y Altcekcic, 2010), los resultados obtenidos en la presente investigación son similares a lo reportado por Ali (2007) quien observó un tiempo de 32 ± 5.6 h, y Mustafa *et al.* (2007) reportaron un inicio del estro de 34.5 ± 2.6 h posterior al retiro de la esponja intravaginal.

Concentración de P₄ en suero

La concentración de P₄ en suero en las ovejas durante el proceso de sincronización del estro fue de 7.91 ± 1.6 ng mL⁻¹. Sin embargo, el grupo IACP con aporte exógeno de P₄ presentó concentraciones mayores durante los primeros 15 días (IASP: 5.76 ± 1.4 ; IACP: 10.18 ± 2.1 ng mL⁻¹) y 35 días (IASP: 4.02 ± 0.9 ; IACP: 7.33 ± 1.3 ng mL⁻¹) correspondientes al periodo post-inseminación (Figura 1). La P₄ secretada por el cuerpo lúteo (CL) es esencial para el establecimiento y mantenimiento de la gestación, coadyuvando en regular las secreciones endometriales para la implantación del embrión (Lonergan *et al.*, 2016). Existen investigaciones donde mencionan que las concentraciones de P₄ mantienen fuerte relación positiva entre el

Cuadro 1. Respuesta de variables reproductivas en ovejas inseminadas mediante laparoscopia con aporte de P₄ exógena.

Variables reproductivas	Tratamientos	
	IASP (n=20)	IACP (n=20)
Respuesta del estro (%)	100 (20/20)	100 (20/20)
Inicio del estro (h) ^{††}	36 ± 3.03	38 ± 4.25
Gestación (%) ²		
DX 25 días	60 (12/20) ^a	55 (11/20) ^a
DX 35 días	45 (9/20) ^b	55 (11/20) ^a
DX 50 días	45 (9/20) ^b	55 (11/20) ^a

IASP: Grupo de ovejas sin aporte exógeno de P₄.

IACP: Grupo de ovejas con aporte exógeno de P₄.

[†] Tiempo referido al retiro de la esponja.

² Basado en los perfiles de P₄ en suero y ultrasonografía (DX) a los 25, 35 y 50 días post-inseminación.

^{a, b} Valores con distinta literal entre columnas son diferentes (P<0.05).

^{††} Medias ± error estándar.

pico post-ovulatorio y desarrollo embrionario en ovejas y vacas (Satterfield *et al.*, 2006; Carter *et al.*, 2008). Los estudios se basan principalmente en manipular las concentraciones de P₄ durante las primeras dos semanas posteriores a la inseminación para obtener incrementos en la tasa de gestación (Stronge *et al.*, 2005; Diskin *et al.*, 2006; Parr *et al.*, 2012). Sin embargo, es necesario determinar la concentración y el tiempo de exposición de la oveja

a la P₄ exógena post-inseminación, debido a que los resultados en porcentaje de gestación son contradictorios. Recientemente, Paige *et al.* (2017) reportaron que la exposición de ovejas a P₄ exógena durante 17 d post-inseminación incrementó la mortalidad embrionaria, debido a que altas concentraciones de P₄ de manera prematura acelera la transición y el desarrollo del embrión dentro del útero. No obstante, los resultados reportados en el presente estudio mostraron que el aporte de P₄ exógena de 0 a 35 d post-inseminación mantiene la tasa de gestación, no siendo así para el

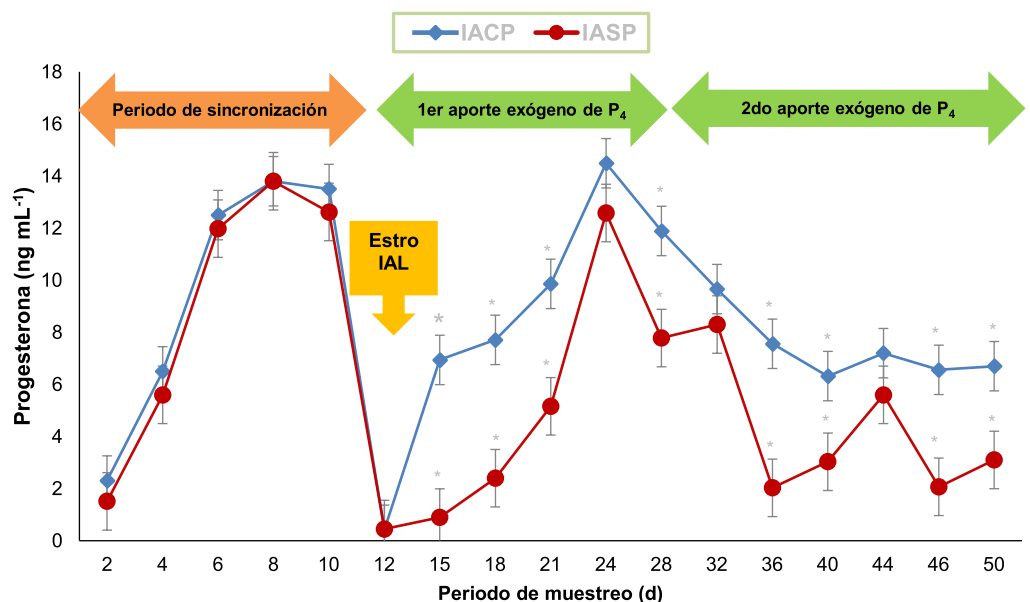


Figura 1. Concentración de progesterona en plasma (media ± error estándar) en ovejas primíparas inseminadas por laparoscopia. IASP: Grupo de ovejas sin aporte exógeno de P₄. IACP: Grupo de ovejas con aporte exógeno de P₄. * Indica diferencia estadística (P<0.05) entre grupos experimentales.

grupo testigo el cual redujo hasta el 15% la tasa de gestación inicial.

El porcentaje de ovejas gestantes entre tratamientos hasta el día 25 no fue diferente ($P > 0.05$; IASP: 60%; IACP: 55% (Cuadro 1); sin embargo, en el segundo diagnóstico de gestación a los 35 d post-inseminación, la tasa de gestación en el grupo IASP se redujo 15% respecto a su diagnóstico inicial ($P < 0.05$; IASP: 45%; IACP: 55% (Cuadro 1).

Las pérdidas por mortalidad embrionaria son cerca del 30% de la tasa de gestación y ocurren en las primeras semanas (8 a 27 d) posteriores a la concepción, las principales causas de este suceso son la contaminación vaginal, la elongación del embrión y el reconocimiento materno de la gestación (Spencer *et al.*, 2015; Wiltbank *et al.*, 2016). El principal requerimiento para la receptividad uterina a la implantación del embrión es la reducción de receptores (RP) para P_4 en el epitelio endometrial y glandular (Bazer *et al.*, 2010); por lo tanto, las concentraciones de P_4 regulan la expresión de RP en el endometrio; es decir, a mayores concentraciones de P_4 disminuyen los RP, lo que establece antes la receptividad uterina a la implantación, sugiriendo que en bajas concentraciones de P_4 ocurre todo lo contrario (Okumu *et al.*, 2010; Forde *et al.*, 2011).

Con base en lo establecido, en la presente investigación el porcentaje de gestación en el grupo IACP presentó resultados aceptables en relación al tratamiento hormonal utilizado, lo que sugiere el desarrollo de cuerpos lúteos funcionales aunado al incremento en las concentraciones P_4 por vía endógena y exógena, las cuales fueron necesarias para dar al endometrio las condiciones adecuadas durante la implantación del embrión y favoreció el mantenimiento de la gestación.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente experimento, se concluye que el aporte exógeno de P_4 en ovejas primíparas durante 35 días post-inseminación mantiene la gestación y reduce hasta el 25% la mortalidad embrionaria.

LITERATURA CITADA

- Ali A. 2007. Effect of time of eCG administration of follicular response and reproductive performance of FGA-treated Ossimi ewes. *Small Rum. Res.* 72: 33-37.
- Bazer F.W., Wu G., Spencer T.E., Johnson G.A., Burghardt R.C., Bayless K. 2010. Novel pathways for implantation and establishment and maintenance of pregnancy in mammals. *Mol. Hum. Repro.* 16: 135-152.
- Carter F., Forde N., Duffy P., Wade M., Fair T., Crowe M.A., Evans A.C., Kenny D.A., Roche J.F., Lonergan P. 2008. Effect of increasing progesterone concentration from day 3 of pregnancy on subsequent embryo survival and development in beef heifers. *Reprod. Fertil. Dev.* 20: 368-375.
- 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.
- Dorniak P., Bazer F.W., Spencer T.E. 2011. Prostaglandin regulate conceptus elongation and mediate effects of interferon tau on the ovine uterine endometrium. *Biol. Reprod.* 84: 1119-1127.
- Dorniak P., Bazer F.W., Wu G., Spencer T.E. 2012. Conceptus-derived prostaglandins regulate endometrial function in sheep. *Biol. Reprod.* 87 (9): 1-7.
- Fernández J., Galarraga M.M., Soto A.T., Sota R.L., Cueto M.I., Lacau I.M., Gibbons A.E. 2018. Hormonal therapeutic strategy on the induction of accessory corpora lutea in relation to follicle size and on the increase of progesterone in sheep. *Theriogenology.* 105: 184-188.
- Forde N., Beltman M.E., Duffy G.B., Duffy P., Mehta J.P., O'Gaora P., Roche J.F., Lonergan P., Crowe M.A. 2011. Changes in the endometrial transcriptome during the bovine estrous cycle: effect of low circulating progesterone and consequences for conceptus elongation. *Biol. Reprod.* 84: 266-278.
- García E. 1998. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. México DF. 246 p.
- Herrera H.J.G., Barreras S.A. 2005. Manual de procedimientos: Análisis estadístico de experimentos pecuarios. Cap. 7. Diseños con Mediciones Repetidas. Segunda edición. México. 215 p.
- Koyuncu M., Alticekic S. 2010. Effects of progesterone and PMSG on estrous synchronization and fertility in Kivircik ewes during natural breeding season. *Asian-Aust. J. Anim.* 23: 308-311.
- Littell R.C., Henry P.R., Ammerman C.B. 1998. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. *J. Anim. Sci.* 76: 1216-1231.
- Lonergan P., Forde N., Spencer T.E. 2016. Progesterone and conceptus-derived factors important for conceptus survival and growth. *Anim. Reprod.* 13 (3): 143-152.
- Mejía V.O. 1997. Transferencia de embriones en pequeños rumiantes. *In: Memorias del curso de manejo reproductivo e inseminación artificial en pequeños rumiantes.* Facultad de Medicina y Veterinaria Zootecnia. UNAM. México. D.F. México. 79-85 p.
- 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. *Am. J. Anim. Vet. Sci.* 2 (1): 23-28.
- Nancarrow C.D. 1994. Embryonic mortality in the ewe and doe. First Ed. London: Zavy – Geisart. 79-97 p.
- National Research Council (NRC). 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academy Press, Washington D.C.

- Okumu L.A., Forde N., Fahey A.G., Fitzpatrick E., Roche J.F., Crowe M.A., Lonergan P. 2010. The effect of relevant progesterone and pregnancy status on mRNA expression and localization of progesterone and oestrogen receptors in the bovine uterus. *Reproduction*. 140: 143-153.
- Paige R. J., Ryan G., Hall E., Graaf S.P., Hermes R. 2017. Using transrectal ultrasound to examine the effect of exogenous progesterone on early embryonic loss in sheep. *Plos ONE*. 12 (8): 1-18.
- Parr M.H., Mullen M.P., Crowe M.A., Roche J.F., Lonergan P., Evans A.C.O., Diskin M.G. 2012. Relationship between pregnancy per artificial insemination and early luteal concentration of progesterone and establishment of repeatability estimates for these traits in Holstein – Friesian heifers. *J. Dairy Sci.* 95: 2390-2396.
- Ramírez M.A., Martínez R.R., Mejía V.O., Soto C.R. 2005. Modificación de la técnica de inseminación artificial intrauterina mediante laparoscopia en ovejas pelibuey. *Agrociencia*. 39: 589-593.
- Russel A.J.F., Doney J.M., Gunn R.G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci.* 72: 451-454.
- Spencer T.E., Forde N., Lonergan P. 2015. The role of the progesterone and conceptus derived factors in uterine biology during early pregnancy in ruminants. *J. Dairy Sci.* 99: 5941-5950.
- Statistical Analysis System (SAS). 2009. SAS/STATM User's Guide, Release 5.0 Cary, N.C. U.S.A. SAS Inst. Inc.
- Stronge A.J., Sreenan J.M., Diskin M.G., Mee J.F., Kenny D.A., Morris D.G. 2005. Post-insemination milk progesterone concentration and embryo survival in dairy cows. *Theriogenology*. 64: 1212-1224.
- Sttaterfield M.C., Bazer F.W., Spencer T.E. 2006. Progesterone regulation of preimplantation conceptus growth and galectin 15 (LGALS15) in the ovine uterus. *Biol Reprod*. 75:289-296.
- Urviola M., Leyva V., Huamán H., García W., 2005. Manipulación de la ovulación del folículo dominante con prostaglandina en diferentes estadios del ciclo estral sobre las tasas reproductivas en ovinos Corriedale. *Rev. Inv. Vet. Perú*. 16 (2): 103-113.
- Wildevus S. 1999. Current concepts in synchronization of oestrus: sheep and goats. *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.* 39: 1-14.
- Wiltbank M.C., Souza A.H., Carvalho P.D., Cunha A.P., Giordano J.O., Fricke P.M., Baez G.M., Diskin M.G. 2016. Pivotal periods for pregnancy loss during the first trimester of gestation in lactating dairy cows. *Theriogenology*. 86: 239-253.
- Zortulu A.K., Aral F., Ozyurtlu N., Yavuzer U. 2008. Synchronization of oestrus using FGA and CIDR intervaginal pessaries during the transition period in Awassi ewes. *J. Anim.Vet. Adv.* 7: 1093-1069.



PRODUCCIÓN DE GAS, DEGRADABILIDAD Y FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO* DE DIETAS PARA BOVINOS DE CARNE CON LA INCLUSIÓN DE HOJAS DE ENCINO (*Quercus* sp.)

IN VITRO GAS PRODUCTION, DEGRADABILITY AND RUMINAL FERMENTATION OF DIETS FOR BEEF CATTLE WITH THE INCLUSION OF OAK LEAVES (*Quercus* sp.)

Torres-Fraga, K.¹, Herrera-Torres, E.¹, Reyes-Estrada, O.¹, Murillo-Ortiz, M.^{1*}

¹División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carr. Durango-Mezquital Km 11.5, C.P. 34307 Durango, Durango, México.

*Autor de correspondencia: manuelmurillo906@gmail.com

RESUMEN

En este estudio se evaluó la inclusión de hojas de encino blanco (*Quercus* spp) en dietas de becerros en corral de engorda, sobre la degradabilidad, fermentación y producción de gas *in vitro*. Se utilizó un diseño completamente al azar. La producción de gas *in vitro* a las 24 h y la degradabilidad *in vitro* disminuyeron con la inclusión de hojas de encino blanco en las dietas ($P < 0.05$). Las hojas de encino blanco disminuyeron la producción *in vitro* de nitrógeno amoniacal ($P < 0.05$); aunque la producción *in vitro* de ácido acético, propiónico y butírico no fue afectada por la inclusión de hojas de encino blanco en las dietas ($P > 0.05$). La inclusión de hojas de encino en la dieta disminuyó la máxima producción de gas *in vitro* (G) así como la tasa constante de producción de gas (A) ($P < 0.05$). La producción de metano disminuyó con la inclusión de hojas de encino en la dieta ($P < 0.05$). Los resultados de este estudio muestran, que los taninos que proporcionan las hojas de encino son una alternativa para reducir la producción de gases en rumiantes.

Palabras claves: Encino blanco, bovinos, gas *in vitro*, metano.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio, 2018, pp. 120-127.

Recibido: mayo, 2017. **Aceptado:** mayo, 2018.



ABSTRACT

In this study, the inclusion of white oak (*Quercus* spp) leaves in diets for beef cattle was evaluated on *in vitro* gas production, degradability and ruminal fermentation. A completely random design was used. The *in vitro* gas production at 24 h and the *in vitro* degradability decreased with the inclusion of white oak leaves in the diets ($P < 0.05$). The white oak leaves in the diet decreased the *in vitro* production of ammonia nitrogen ($P < 0.05$), although the *in vitro* production of acetic, propionic and butyric acid was not affected by the inclusion of white oak leaves in the diets ($P < 0.05$). The inclusion of white oak leaves in the diet decreased the maximum production of *in vitro* gas (G), as well as the constant gas production rate (A) ($P < 0.05$). Methane production decreased with the inclusion of oak leaves in the diet ($P < 0.05$). The results from this study show that tannins provided by the oak leaves are an alternative to reduce gas production in ruminants.

Keywords: white oak, bovines, *in vitro* gas, methane.

INTRODUCCIÓN

En México las actividades agropecuarias tienen una gran importancia en el medio rural como fuente de ingresos y proveedor de alimentos. El sector agropecuario desarrolla sus actividades en gran parte de las localidades rurales y aprovecha los recursos naturales, constituyéndose en uno de los principales medios de empleo para la población que reside en el medio rural. El sector agropecuario en México ha sufrido una serie de cambios y adaptaciones a lo largo de los años, tanto por modificaciones en las condiciones de la tierra, las variaciones en el clima y los cambios en las demandas de la sociedad. En ocasiones esto ha hecho al modificar las prácticas de manejo de las unidades agropecuarias y por la sustitución de cultivos o razas entre otras causas. El cambio climático revive este reto y las medidas analizadas en este trabajo dejan claro que existen los elementos para afrontarlo.

El metano producido por la fermentación entérica de los rumiantes es uno de los gases efecto invernadero

que afecta adversamente el balance energético del animal. Por ser un producto de la degradación ruminal del alimento, las estrategias tendientes a su reducción implican alterar los patrones de fermentación y minimizar la producción de hidrógeno. En este sentido es necesario implementar estrategias de alimentación que permitan aumentar la eficiencia productiva al tiempo que se reducen los impactos ambientales de la producción ganadera, lo que resulta en menor emisión de metano por unidad de producto generado. Una de las alternativas sugeridas para reducir la metanogénesis ruminal es la utilización de recursos alimenticios que contengan metabolitos secundarios, tales como taninos, saponinas y aceites esenciales, los cuales tienen efectos sobre la fermentación y sobre los microorganismos ruminales. Por otro lado, las características de fermentación de los alimentos en el rumen pueden ser estudiadas por métodos *in vivo*, *in situ* e *in vitro*. Debido a que en los estudios *in vivo* los alimentos sólo pueden ser evaluados en raciones totales y al hecho de que tales estudios requieren considerables recursos y son difíciles de estandarizar, en los últimos años varias técnicas *in situ* e *in vitro* han sido desarrolladas. Dentro de las técnicas *in vitro*, la de uso más frecuente es la descrita por Tilley y Terry (1963), la cual fue modificada por Goering y Van Soest (1970) para estimar la digestibilidad verdadera de la materia seca (MS). Otra técnica *in vitro* consiste en la utilización de enzimas en lugar de microorganismos, cuya principal ventaja es que no requiere animales como donadores de inóculo. Las dos anteriores técnicas son usadas como procedimientos para estimar la digestibilidad final del sustrato y no proveen información sobre la cinética de digestión. La técnica de la bolsa de nylon supera esta limitante al proporcionar estimativas de la tasa y la dinámica de la degradación de los constituyentes del alimento; sin embargo, es una aproximación laboriosa, costosa e invasiva, en la que solamente un pequeño número de muestras pueden ser evaluadas al tiempo.

La técnica de producción de gases es otro método *in vitro* que permite determinar la extensión y la cinética de degradación del alimento a través del volumen de gas producido durante el proceso fermentativo (Theodorou, *et al.*, 1994). Una de las ventajas de este procedimiento es que el curso de la fermentación y el papel de los componentes solubles del sustrato puede ser cuantificado (Pell *et al.*, 1997). Otro problema inherente a los métodos *in situ* e *in vitro* que se han tratado de solucionar a través de la técnica de producción de gas es el estudio de las fases tempranas de la fermentación,

ya que los procedimientos gravimétricos no son lo suficientemente sensibles para medir los pequeños cambios que ocurren en el peso del sustrato durante las primeras horas de fermentación (Rosero, 2002). Por lo que el objetivo del estudio fue evaluar la degradabilidad, fermentación y producción de gas *in vitro* de dietas para bovinos con la inclusión de hojas de encino blanco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Juárez del estado de Durango, México, ubicada en el kilómetro 11.5 de la carretera Durango-Mezquital (24° 10' 00" N y 104° 40' 00" O) y 1890 m de altitud. Se recolectaron plantas de encino blanco (*Quercus* sp.) a principios del mes de octubre del año 2015, en un pastizal mediano arbosufrutescente ubicado en el poblado "Morcillo", municipio de Durango. La recolección se realizó de manera aleatoria entre las especies de encino blanco. Se seleccionaron ramas con una longitud media de 1 m, para manualmente retirarles las hojas. Para la conservación de las hojas de encino y su posterior análisis de laboratorio se procedió a realizar el secado de las mismas en una estufa de aire forzado a 55 °C durante 48 h, y enseguida se molieron en un molino de cuchillas (Thomas-Wiley Miller Lab, Model 4) con malla de 1 mm. Para su conservación el material obtenido de la molienda se colocó en recipientes de plástico, totalmente aislados del calor y la humedad.

Dietas y tratamientos experimentales

Se evaluaron cuatro dietas (tratamientos) a base de heno de alfalfa

(*Medicago sativa* L.), hojas de encino blanco, maíz molido (*Zea mays* L.), rastrojo de maíz, harinolina y minerales. Con la excepción de las hojas del encino blanco, las proporciones de los ingredientes alimenticios en las dietas experimentales fueron similares a las utilizadas generalmente en dietas para bovinos en corral de engorda. Las características de cada dieta se derivaron en cuatro diferentes tratamientos experimentales cuya composición de muestra en el Cuadro 1.

Análisis de laboratorio

A cada dieta se les determinaron por triplicado los contenidos de materia seca (MS), cenizas (C), extracto etéreo (EE), materia orgánica (MO) y proteína cruda (PC) (AOAC, 2005). La fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulosa, celulosa y lignina y fueron determinadas mediante el método descrito por Goering y Van Soest, (1970). En la determinación de FDN se utilizaron bolsas ANKOM® (F57), las cuales fueron pesadas individualmente y se les agregó 0.5 g de cada muestra, con tres repeticiones por tratamiento. También, se determinó la digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia orgánica de las dietas experimentales por el método método DAISY propuesto por Ankom (2008).

Determinación de taninos condensados

Se obtuvieron extractos de compuestos flavonoides del encino blanco, donde 1 g de muestra seca y molida se disolvió en 90 ml de etanol-H₂O al 70% durante 12 h. El extracto obtenido se sometió a análisis de proantocianidinas con vainilla acidificada de acuerdo con la técnica propuesta por Heimler et al. (2005).

Patrones de fermentación ruminal *in vitro*

En frascos que son utilizados para la determinación de gas *in vitro* Ankom® se introdujeron muestras por triplicado de 1 g de cada una de las dietas experimentales. Enseguida, se les agregaron 125 ml líquido ruminal y un medio de incubación (solución búfer y resazurina) (1:2 v/v). El líquido ruminal se obtuvo de dos bovinos canulados de rumen que se alimentaron con heno de alfalfa y concentrado comercial (70:30), respectivamente. Enseguida, los frascos se sometieron a incubación en un módulo Daisy con temperatura controlada de 39 °C. Después de transcurridas 24 h de incubación, los frascos fueron extraídos del módulo de incubación y de inmediato se midió el pH del líquido con un potenciómetro portátil digital (Multi paramétrico HANNA HI98130); luego, el líquido se filtró en cuatro capas de gasa. Ambas submuestras se

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales (BH).

Nutrientes	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Rastrojo de maíz	50%	X	X	X
Heno de alfalfa	X	50%	X	25%
Encino blanco	X	X	50%	25%
Maíz molido	30%	30%	30%	30%
Harinolina	19%	19%	19%	19%
Minerales	1%	1%	1%	1%

mantuvieron en congelación hasta la determinación de ácidos grasos volátiles por cromatografía de gases (CG, 6890N Agilent Technologies, Wilmington, equipado con un detector de ionización de flama en una columna capilar de polietilenglicol HP-Innowax, 30 m×0.32 mm×0.15- μ m, J&W Scientific) y de nitrógeno amoniacal por espectrofotometría ultravioleta (Espectrofotómetro, VARIAN, modelo CARY I-E, a 630 nm), respectivamente (Galyean, 1980).

Degradabilidad *in vitro*

La degradabilidad *in vitro* de la materia seca (DGMS) a las 48 h se realizó por el método descrito por Menke y Steingass (1988). Se pesaron 0.5 g por triplicado de muestra de cada dieta en bolsas de poliéster-polietileno con un tamaño de poro de 25 μ m (ANKOM[®]) las cuales se introdujeron en frascos Ankom[®] para la determinar el gas *in vitro*.

Producción de gas *in vitro*

Para esta variable, se utilizó el sistema semi-automatizado Ankom siguiendo el procedimiento propuesto por Theodorou *et al.* (1994). La presión originada por los gases en la parte superior de los frascos fue medida a través de un transductor de presión conectado a un lector digital. Los tiempos de lectura para la medición de la producción gas fueron de 0, 3, 6,12, 24, 36, 48, 72 y 96 h.

Los datos obtenidos se analizaron mediante un diseño completamente al azar, con tres repeticiones por cada tratamiento y para detectar diferencias entre medias se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$). Para la estimación de los parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* se utilizó el modelo de Gompertz (Schofield *et al.*, 2001):

$$PG = A * e \left[-e * \left(1 - (kd - Lag)(t) \right) \right]$$

Donde: PG=Producción acumulativa de gas al tiempo t; A=Tasa constante de producción de gas mL/h; L=Fase de latencia (h).

La energía metabolizable de cada una de las dietas experimentales se estimó a partir de la ecuación propuesta por Menke y Steingass (1988):

$$EM \text{ (Mcal/kg MS)} = (2.20 + 0.136 \times PG_{24h} + 0.057 \times PC + 0.0029 \times EE^2) / 4.184$$

Donde: EM=Energía metabolizable, PG_{24h}=Producción de gas *in vitro* a las 24 h, PC=Proteína cruda, EE=Extracto etéreo.

Para la estimación de metano se utilizó el modelo propuesto por Mills *et al.* (2003), para regiones con climas templados:

$$\text{Metano (MJ/d)} = 5.93 + 0.92 * CMS$$

Donde: CMS=Consumo de materia seca (% PV).

En el cálculo del factor de partición (FP) se utilizó la ecuación propuesta por Blümmel *et al.* (1997):

$$FP_{24} = DGMS_{24} / PG_{24}, \\ DGMS_{24} \text{ (mg)} = (PG_{24} + 11.3) / 0.29$$

Donde: FP₂₄=Factor de partición a las 24 h, DGMS₂₄=Degradabilidad de la materia seca a las 24 h; PG₂₄=Producción de gas *in vitro* a las 24 h.

En todo el análisis estadístico de la información se utilizaron los procedimientos MEANS, GLM y NLIN de SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química de las dietas experimentales

El Cuadro 2 muestra la composición química de las dietas experimentales. Los contenidos de materia seca no presentaron diferencias significativas en T2, T3 y T4 ($P > 0.05$); pero fueron diferentes a T1 ($P < 0.05$). Estos resultados son similares a los reportados en *Quercus libani* por Abarghwei (2011). De igual manera, no se presentaron diferencias significativas entre T2, T3 y T4 en los contenidos de MO ($P < 0.05$). Cómo se observa los contenidos de proteína cruda fueron diferentes entre tratamientos ($P < 0.05$). El contenido más alto de PC se obtuvo con T4 y el más bajo con T1 ($P < 0.05$). Debido a la proteína aportada por el heno de alfalfa y el encino blanco, el contenido más alto de PC se registró en T4. No se observaron diferencias entre T3 y T4 en el contenido de EE ($P > 0.05$). En promedio el contenido de EE en los cuatro tratamientos fue de 3% y fue más bajo al reportado en *Quercus Incana* por Makkar *et al.* (1988) y más alto al reportado en *Quercus ilex* por Infascelli *et al.* (2007). Los contenidos de FDN fueron diferentes entre tratamientos ($P < 0.05$). El contenido más alto se registró en T1 el cual contiene 50% de rastrojo de maíz y el más bajo en T2 que contiene 50% de heno de alfalfa. De acuerdo con

Cuadro 2. Composición química de las dietas experimentales.

	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	EED
MS (%)	88.8±0.32 ^b	92.6±0.08 ^a	93.2±0.03 ^a	93.2±0.07 ^a	0.24
MO (%)	91.9±0.15 ^b	92.9±0.06 ^{ab}	93.9±0.10 ^a	93.4±0.38 ^a	0.30
PC (%)	8.4±0.16 ^c	13.4±0.05 ^a	12.1±0.08 ^b	13.6±0.07 ^a	0.14
EE (%)	2.6±0.17 ^c	3.04±0.03 ^b	3.37±0.03 ^{ab}	3.49±0.02 ^a	0.12
FDN (%)	65.3±0.65 ^a	49.1±0.40 ^d	58.7±0.38 ^b	53.1±0.20 ^c	1.00
FDA (%)	41.8±0.61 ^a	34.9±0.27 ^c	41.5±0.62 ^{ab}	39.4±0.39 ^b	0.70
LAD (%)	13.4±0.15 ^a	9.82±0.02 ^c	11.4±0.12 ^b	10.1±0.03 ^c	0.14
CEN (%)	8.01±0.15 ^a	5.38±0.27 ^c	6.09±0.10 ^{bc}	6.57±0.37 ^b	0.35
EM ¹	2.82±0.60 ^a	2.60±0.02 ^b	1.94±0.04 ^d	2.17±0.01 ^c	0.05
TC(μg/mg)	55.4±0.35 ^b	36.9±0.20 ^d	68.8±0.05 ^a	48.3±0.05 ^c	0.29
CF(μg/mg)	596.1±0.05 ^b	453.5±0.41 ^d	672.2±0.37 ^a	592.7±0.05 ^c	0.39

^{abc} Medias en hileras con distinta literal son diferentes (P<0.05).

¹=Energía metabolizable (Mcal/Kg MS); TC=Taninos condensados; CF=Compuestos fenólicos.

EED=Error estándar de la diferencia entre medias.

Van Soest (1991), los forrajes con más de 60% de FDN, pueden interferir en la digestión y el consumo de los forrajes, siendo el caso de T1, con un contenido de 65.3% de FDN. No se presentaron diferencias significativas entre T1 y T3 en los contenidos FDA (P>0.05); aunque T2 y T4 fueron diferentes (P>0.05). Los contenidos de FDN y FDA fueron similares en T3 y T4 a los reportados en *Quercus rugosa* Neé por Carrillo (2014). El contenido de lignina registró diferencias significativas entre T1 y T3 (P<0.05); pero T2 y T4 fueron iguales (P>0.05). Los contenidos de EM fueron diferentes entre tratamientos (P<0.05). El contenido más alto se obtuvo en T1 y el más bajo en T2. Los contenidos de EM fueron más altos a los reportados en dietas experimentales con diferentes niveles de inclusión de hojas de *Quercus rugosa* Née por Carrillo (2004), pero similares a los registrados por Carrillo (2014) en *Quercus resinosa* Liemb. El tratamiento con menor aporte energético fue T3. El contenido de

taninos condensados (TC) fue diferente entre los tratamientos (P<0.05). El contenido más alto de TC fue en T3 y el más bajo en T2. Los resultados de este estudio fueron similares a los reportados por Abarghuei (2011) en *Quercus Libani* Oliv y en *Quercus coccifera* por Ben Salem *et al.* (2005).

Patrones de producción de gas, digestibilidad verdadera y degradabilidad *in vitro*

Los patrones de producción de gas, digestibilidad verdadera y degradabilidad *in vitro* de los tratamientos experimentales se muestran en el Cuadro 3, registrando la producción de gas a las 24 h (PG₂₄) con diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). La PG₂₄ más alta se observó en T1 y la más baja en T3. La digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia orgánica (DVIVMO) mostró diferencias significativas entre tratamientos experimentales (P<0.05). En T1 se observó el nivel más bajo

Cuadro 3. Producción de gas, digestibilidad verdadera y degradabilidad *in vitro* de los tratamientos evaluados.

	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	EED
PG ₂₄ (ml/g MS)	66.5±1.00 ^a	54.0±0.95 ^b	31.2±0.32 ^d	47.2±0.61 ^c	1.09
DVIVMO (%)	57.0±0.70 ^b	77.1±0.23 ^a	66.1±0.21 ^c	71.1±0.18 ^b	0.28
DGMS ₄₈	48.6±1.19 ^b	61.9±3.13 ^a	53.8±0.63 ^b	57.1±1.56 ^a	1.22
FP	4.03±0.01 ^d	4.12±0.05 ^c	4.47±0.03 ^a	4.31±0.06 ^b	0.26

^{abc} Medias en hileras con distinta literal son diferentes (P<0.05).

PG₂₄=Producción de gas *in vitro* a las 24 h de fermentación.

DVIVMO=Digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia orgánica.

DGMS₄₈=Degradabilidad de la materia seca *in vitro* a las 48 h de fermentación.

FP=Factor de partición.

EED=Error estándar de la diferencia entre medias.

debido a su alto contenido en FDN (65.3%), lignina (13.4%) y cenizas (8.01). En T2 se observó el nivel más alto de DIVMO, lo cual puede explicarse por el bajo contenido de FDN (49.1%) en comparación con los demás tratamientos. El comportamiento en la digestibilidad de los tratamientos evaluados en este estudio, fue similar a lo reportado por Aberghuei (2011). De igual manera, la degradabilidad de la materia seca a las 48 h (DGMS₄₈) registró el valor más bajo en T1 y en T2 el más alto ($P<0.05$); aunque entre T2 y T4 no se detectaron diferencias estadísticas ($P>0.05$). Los valores de degradabilidad de la materia seca *in vitro* obtenidos en el presente estudio, son similares a los obtenidos en *Quercus resinosa* por Riddle *et al.* (1999); Hassen *et al.* (2007) y Fulkerson *et al.* (2007).

Se ha registrado que los valores más elevados de degradabilidad se encuentran asociados con bajos niveles de TC y altos de FDN (Forworr y Owensby, 1985). Así mismo también se puede demostrar en el presente estudio que un alto contenido de fibra tiene efectos negativos sobre la degradabilidad (Minson, 1982). En el presente estudio, el factor de partición (FP) registró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($P<0.05$). El FP más alto se observó en T3 y el más bajo en T1. Los resultados encontrados en este trabajo son superiores a los reportados por Naranjo (2016) y Posada *et al.* (2014) en estudios con forrajes.

Patrones de fermentación ruminal *in vitro*

El Cuadro 4 presenta los patrones de fermentación ruminal *in vitro* de los tratamientos experimentales. Los valores de pH, presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($P<0.05$). El valor más alto se obtuvo con T1 siendo similar al reportado por Trujillo *et al.* (2008) en dietas a base de rastrojo de maíz, y en T2 el valor obtenido es más bajo a lo reportado por Abarghuei *et al.* (2011), para dietas con heno de alfalfa. Es fundamental que el pH en el líquido ruminal se encuentre en rangos que permitan una adecuada digestión de la fibra forrajes. Kolver y de Veth (2002) sugieren valores óptimos de pH entre 6.3 y 6.6. También, se observaron diferencias en las concentraciones de N-NH₃ entre los tratamientos experimentales ($P<0.05$). Las concentraciones de N-NH₃ en el rumen que se recomiendan para un óptimo crecimiento

microbiano varían de 5 a 25 mg 100 ml⁻¹ de líquido ruminal (Cheeke, 2004). En el caso particular de este trabajo, las concentraciones de N-NH₃ obtenidas en los tratamientos evaluados fueron superiores a los estándares antes establecidos, por lo que se deduce que ninguno de los tratamientos registró concentraciones de N-NH₃ que limitaran el crecimiento microbiano en el rumen. La concentración de ácidos grasos volátiles totales (AGVT) presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($P<0.05$). Observándose la concentración más alta en T2 y en T4 el valor más bajo. ($P<0.05$). No se observaron diferencias en T2 y T3 en la concentración de AGVT ($P>0.05$); aunque T1 y T4 fueron diferentes ($P<0.05$). En cuanto a las concentraciones de ácido propiónico no se registraron diferencias entre T2, T3 y T4; siendo T1 en donde se observó una menor concentración de ácido propiónico en comparación con el resto de los tratamientos.

No se encontraron diferencias estadísticas en las concentraciones de los ácidos acético y butírico ($P>0.05$). A nivel ruminal las concentraciones de estos ácidos,

Cuadro 4. Patrones de fermentación ruminal *in vitro* de los tratamientos experimentales.

	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	EED
pH	6.5±0.02 ^b	6.9±0.01 ^a	6.2±0.02 ^c	6.3±0.02 ^d	0.0271
N-NH ₃ mg/dL	18.0±0.13 ^b	29.3±0.25 ^a	8.3±0.18 ^d	13.3±0.21 ^c	0.2853
AGT Mm/L	91.4±0.12 ^b	92.2±0.01 ^a	90.3±0.02 ^c	92.1±0.19 ^a	0.1643
mM 100 ⁻¹ moles					
Propiónico	19.6±0.26 ^b	20.7±0.18 ^a	20.8±0.13 ^a	20.7±0.03 ^a	0.2511
Acético	65.4±0.84 ^a	64.1±0.39 ^a	64.5±0.14 ^a	64.8±0.06 ^a	0.6714
Butírico	7.3±1.17 ^a	6.6±0.14 ^a	6.8±0.00 ^a	6.5±0.11 ^a	0.8412
A:P(mol:mol)	3.85±0.0 ^b	3.10±0.01 ^d	3.33±0.07 ^c	4.53±0.03 ^a	0.0600

^{a,b,c} Medias en hileras con distinta literal son diferentes ($P<0.05$).

EED=Error estándar de la diferencia entre medias.

regularmente presentan un comportamiento inverso a las concentraciones de ácido propiónico. Un incremento en las concentraciones de acetato, es una característica de la fermentación de los carbohidratos estructurales de las paredes celulares de las plantas; mientras que altas concentraciones de ácido propiónico, son favorecidas por la fermentación de los carbohidratos solubles presentes en el contenido celular de las plantas (Murillo *et al.*, 2014). La relación acetato:propionato mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($P<0.05$), presentando el valor más alto en T4 y el valor más bajo en T3.

Parámetros de producción de gas *in vitro*

El Cuadro 5 presenta los parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* de los tratamientos experimentales. Como se puede observar se registraron diferencias significativas entre tratamientos ($P<0.05$). La máxima producción de gas (G) en los tratamientos evaluados se registró en T2 y la más baja en T3. Los valores de la tasa fraccional de producción de gas (A) fueron iguales en T1 y T2 ($P>0.05$), pero diferentes a T3 y T4 ($P<0.05$). Por lo que respecta a los resultados en la fase de latencia (L), no se registraron diferencias estadísticas entre tratamientos ($P>0.05$); aunque en las dietas que contenían encino blanco se registraron mayores tiempos de latencia. Los resultados en la estimación de metano presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($P<0.05$). En T2 se observó el nivel más alto y el más bajo en T1. Como se esperaba, en las dietas con encino blanco se observó una tendencia a disminuir la producción de metano.

CONCLUSIONES

LOS resultados de este estudio muestran, que las dietas para bovinos en corral de engorda con

las más altas concentraciones de taninos redujeron la producción de gas *in vitro* a las 24 h y en cierta medida la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica. No obstante, las dietas con las más altas concentraciones de taninos promovieron un mayor factor de partición el cual es un indicador de mayor consumo y mejor eficiencia microbiana en el rumen.

LITERATURA CITADA

Abarghuei M. J., Rouzbehan Y., Alipour D. 2011. Effect of oak (*Quercus libani* Oliv.) leave tannin on ruminal fermentation of sheep. J. Agric. Sci. Technol. 13, 1021-1032.

ANKOM Technology. 2008. Procedures for *in vitro* true digestibility. NY, USA. http://www.ankom.com/media/documents/IVDMD_0805_D200.pdf. Fecha de consulta 18 de febrero de 2017.

Ben Salem H., Ben Salem I., Ben Said M.S. 2005. Effect of the level and frequency of PEG supply on intake, digestion, biochemical and clinical parameters by goats given kermes oak (*Quercus coccifera* L.)-based diets. Small Ruminant Research 56 127-137.

Blummel M., Makkar H.P.S., Becker K. 1997. *In vitro* gas production: a technique revisited. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 77: 24-34.

Carrillo M.O. 2014. Evaluación del uso de *Quercus rugosa* Neé y *Quercus resinosa* Liebm en la alimentación de pequeños rumiantes. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey N. L. México. 150 p.

Cheeke P.R. 2004. Actual and potential applications of *Yucca shidigera* and *Quijalla saponaria saponins* in human and animal nutrition. Journal of Animal Science Proceedings of American Society of Animal Science. 10 p.

Estrada F.J.G. 2005. Caracterización nutricional de maíz y arvenses utilizados en la alimentación del ganado en sistemas campesinos en dos zonas contrastantes del Estado de México. Tesis Doctoral en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Autónoma del Estado de México, pp 3-4.

Forwood J.R., Owensby C.E. 1985. Nutritive value of tree leaves in the Kansas. Flint Hills. J. Range Manage. 38(1):61-64.

Fulkerson W. J., Neal J. S., Clark C. F., Horadagoda A., Nandra K. S. A., Barchia I. 2007. Nutritive value of forage species grown in the

Cuadro 5. Parámetros de producción de gas *in vitro* de los tratamientos evaluados.

	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	EED
G (ml/g MS)	58.3±0.31 ^a	78.2±0.46 ^b	37.8±0.58 ^d	52.0±1.64 ^c	1.297
A (ml/h)	1.56±0.04 ^a	1.61±0.03 ^a	0.82±0.04 ^b	0.95±0.06 ^b	0.068
L (h)	0.07±0.03 ^a	0.08±0.03 ^a	0.56±0.03 ^a	0.10±0.04 ^a	0.032
Metano ¹	2.62±0.05 ^d	3.02±0.01 ^a	2.75±0.08 ^c	2.90±0.06 ^b	0.012

^{abc} Medias dentro de las hileras con distinta literal son diferentes ($P<0.05$).

G=Máxima producción de gas

A=Tasa fraccional de producción de gas

L=Fase de latencia

1=Mcal/d

EED=Error estándar de las diferencias entre medias

- warm temperate climate of Australia for dairy cows. Grasses and legumes. Livest. Sci. 107, 253–264.
- Galyan M.L. 1980. Techniques and Procedures in Animal Nutrition Research. New Mexico State University. 124.
- Goering H. K., Van Soest P. J. 1970. Forage fiber analysis. Agriculture Handbook No. 379, Agricultural Research Service-USDA, Washington, D.C.
- Hassen A., Rethman N.F.G., Van Niekerk W.A., Tjelele T.J. 2007. Influence of season/year and species on chemical composition and *in vitro* digestibility of five Indigofera accessions. Anim. Feed Sci. Technol. 92, 149–158.
- Heimler D., Vignolini P., Dini MG., Romani A. 2005. Rapid Tests to Assess the Antioxidant Activity of *Phaseolus vulgaris* L. Dry Beans. Journal of Agriculture and Food Chemistry 53: 3053–3056.
- Infascelli F., Cutrignelli M. I., Bovera F., Tudisco R., Zicarelli F., Calabró S. 2007. *In vitro* fermentation. Pub Med 48(3):345–62.
- Kolver E. S., de Veth M. J. 2002. Prediction of ruminal Ph from Pasture-Based Diets. J of dairy Science 85:1255–1266.
- Makkar H.P.S., Dawra R.K., Singh B. 1988. Changes in tannin content, polymerisation and protein precipitation capacity in oak (*Quercus incana*) leaves with maturity. Journal of the Science of Food and Agriculture 44, 301–307.
- McSweeney C.S., Palmer B., McNeill D.M., Krause D.O. 2001. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. Anim. Feed Sci. Technol. 91, 83–93.
- Menke K.H., Steingass H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analyses and gas production using rumen fluid. Anim. Res. Dev. 28:7–55.
- Mills J.A., Kebreab E., Yates C.M., Crompton L.A., Cammell S.B., Dhanoa M.S., Agnew R. E., France J. 2003. Alternative approaches to predicting methane emissions from dairy cattle. J. Anim. Sci. 81, 3141–3150.
- Minson D.J. 1982. Effect of chemical composition of feed digestibility and metabolizable energy. Nutr. Abstr. Rev 52 (10).
- Murillo O.M., Reyes-Estrada O., Herrera-Torres E., Villarreal-Rodríguez G. 2014. Composición química y fermentación ruminal de la dieta por bovinos en pastoreo en un pastizal nativo del oriente de Durango. Abanico Veterinario mayo-agosto 2013; 3(2).
- Naranjo J. F., Ceballos O.A., Gaviria X., Tarazona A.M., Correa G.A., Chará J.D., Murgueitio E., Barahona R. 2016. Study of *in vitro* fermentation kinetics of mixtures forages from intensive silvopastoral systems (SSPI) with *Leucaena leucocephala* in Colombia. Medicina Veterinaria y Zootecnia. 11 (2): 6–17.
- Pell A.N., Doane P. H., Schofield P. 1997. *In vitro* digestibility and gas production. In: Simpósio sobre Tópicos Especiais em Zootecnia, Lavras, MG, p.109 – 132.
- Posada O.S.L., Ramírez A.J.F., Rosero N.R. 2014. Producción de metano y digestibilidad de mezclas Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)- Papa (*Solanum tuberosum*). Agronomía mesoamericana 25(1):141:150.
- Riddle R. R., Taylor J. R., Huston J. E., Kothmann M.M. 1999. Intake of ashe.
- Rosero J. R. 2002. Estudio químico, “*in situ*”, “*in vitro*” e microscópico da parede celular de cinco genótipos de sorgo colhidos em três épocas de corte. Ph. D. Thesis. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 148p.
- SAS Institute Inc. 2003. Users Guide: Statistics, Version 8.2. SAS Institute, Carry, NC, USA.
- Schofield P., Mbuguda D. M., Pell A. N. 2001. Analysis of condensed tannins: a review. Animal Feed Science and Technology 91: 21–40.
- Theodorou M.K., Williams B.A., Dhanoa M.S., McAllan A.B., France J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology. 48: 185–197.
- Tilley J. M., Terry R. A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of British Grassland Society. 18: 104–111.
- Trujillo G.D., Borquez G.J., Dominguez V.I., Cruz V. P. 2008. Consumo, digestibilidad y cinética ruminal de dietas a base de ensilados de cerdaza, pollinaza y urea en ovinos. 2do congreso Internacional en Ciencias Veterinarias y Zootecnia Pág., 12.
- Van Soest P.J., Robertson J. B., Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583–3597.



OPTIMIZACIÓN DEL MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE ÁCIDO HIALURÓNICO DEL HUMOR VÍTREO DE *Oreochromis niloticus*

OPTIMIZATION OF THE HYALURONIC ACID EXTRACTION METHOD OF THE VITREOUS HUMOR OF *Oreochromis niloticus*

Pérez-Gumeta, B.D.¹, Meza-Gordillo, R.^{1*}, Ventura-Canseco, L.M.C.¹, Enciso-Sáenz, S.¹, Abud-Archila, M.¹, Villalobos-Maldonado, J.J.¹, Cruz-Rodríguez, R.I.¹, Ayora-Talavera, T.R.²

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Carretera Panamericana km 1080, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

²Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología Del Estado de Jalisco, Unidad Mérida. Parque Científico Tecnológico de Yucatán, KM 5.5 Sierra Papacal-Chuburná Puerto, CP 97302, Mérida, Yucatán.

*Autor para correspondencia: rociomezagordillo@gmail.com

RESUMEN

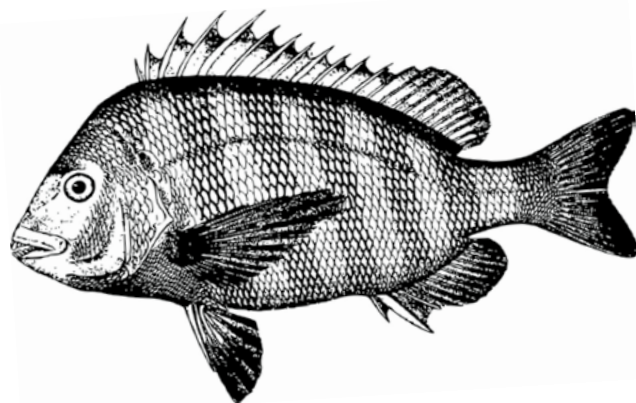
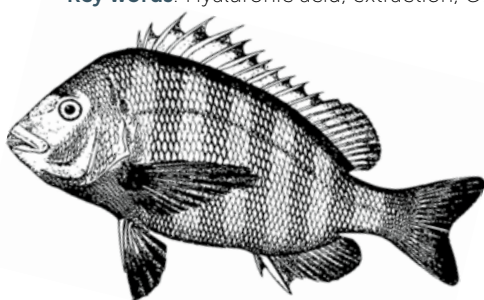
El ácido hialurónico es un polímero con propiedades viscoelásticas e hidrofílicas de gran importancia principalmente en la industria farmacéutica. En el presente proyecto se realizaron extracciones de ácido hialurónico (AH) evaluando dos diferentes métodos, químico y enzimático empleando humor vítreo de residuos acuícolas como material biológico. Con base en el análisis de varianza simple existe diferencia estadísticamente entre los métodos de extracción, siendo el método enzimático el de mayor rendimiento ($8 \times 10^{-3} \pm 4.62 \times 10^{-4} \%$), mientras que en el método químico la concentración fue de $2.2 \times 10^{-3} \pm 5.77 \times 10^{-5} \%$.

Palabras clave: Ácido hialurónico, extracción, *Oreochromis niloticus*, residuos acuícolas.

ABSTRACT

Hyaluronic acid is a polymer with viscoelastic and hydrophilic properties of which makes it of great importance mainly in the pharmaceutical industry. In this project were evaluated two different methods of extractions, chemical and enzymatic using vitreous humor of *Oreochromis niloticus* as a biological material waste. Based on the analysis of simple variance ANOVA confirms that there is statistically significant difference between extraction methods, being the enzymatic method of higher performance ($8 \times 10^{-3} \pm 4.62 \times 10^{-4} \%$), while with chemical method the concentration was $2.2 \times 10^{-3} \pm 5.77 \times 10^{-5} \%$.

Key words: Hyaluronic acid, extraction, *Oreochromis niloticus*, fishing residues.



Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 6, junio. 2018. pp: 128-134.

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

INTRODUCCIÓN

El ácido hialurónico (AH) pertenece al grupo de los glucosaminoglucanos que son polisacáridos lineales, formados por un amino azúcar y un ácido urónico o galactosa (Kogan *et al.*, 2007), como lo son el dermatán sulfato, condroitina 4-sulfato y condroitina 6-sulfato (Kakehi *et al.*, 2003), siendo el AH el más simple en estructura, así también el único no asociado covalentemente con un núcleo proteico, además de que es sintetizado en la matriz extracelular del tejido conectivo al contrario de los demás glucosaminoglucanos que son sintetizados en el aparato de Golgi. Debido a su alta masa molar y a sus propiedades reológicas tiene un papel fisiológico importante en los organismos vivos, así como en diversas aplicaciones médicas. El AH puede retener agua en el tejido y con ello cambiar el volumen dérmico y compresibilidad, sirve, además, como un lubricante y amortiguador en las articulaciones (Meyer, 1947), también funge como eliminador de radicales libres generados por los rayos ultravioleta de la luz solar (Kogan *et al.*, 2007). En los últimos años, las investigaciones científicas han tenido un amplio enfoque en la búsqueda de fuentes biológicas para la obtención de AH, esto se debe a la alta demanda de este polisacárido en medicina, la industria farmacéutica y cosmética. Se han reportado diversas fuentes biológicas entre las que destacan el obtenido de crestas de gallo (Sim *et al.*, 1994), humor vítreo bovino (Gherezghiher *et al.*, 1987), líquido sinovial vacuno (Cullis-Hill, 1989), cordón umbilical humano (Lago *et al.*, 2005), ojos de pez espada y tiburón (Vázquez *et al.*, 2012), moluscos (Arumugam *et al.*, 2016) y fermentaciones (Myoung, 1996). Dentro

de las fuentes biológicas que tienen mayores concentraciones de AH se encuentran las crestas de gallo con un rendimiento de 0.8 a 4.5% p/p, así también el líquido sinovial bovino con rendimiento de 1.5 a 4% p/p, mientras que las demás fuentes de obtención de este carbohidrato tienen rendimientos por debajo de 0.53% p/p, siendo los métodos químico y enzimático los reportados para su extracción. De acuerdo con la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2012), la producción mundial cosechada de pescado fue de 158 millones de toneladas. Aproximadamente el 86% de esta producción se utiliza para consumo humano directo, el 14% restante se destina a productos alimentarios, en particular la fabricación de harina y aceite. Se calcula que el volumen de residuos producidos por las plantas de procesamiento es de 50%. Con base en esto, se observa un área de oportunidad para su uso en la obtención de moléculas de alto interés comercial como el AH, con la finalidad de proporcionar valor agregado a dichos subproductos que no cuentan con una disposición final adecuada y que son vertidos directamente al mar o a rellenos sanitarios, ocasionando problemas de contaminación. Con base en los reportes de estas fuentes biológicas, se infiere que podemos obtener AH del humor vítreo de cualquier especie. Es por ello que en el presente trabajo se utilizaron cabezas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) como materia prima, aprovechando este material biológico que no tiene utilidad después del proceso de fileteado de pescado. Aunque existe metodología descrita donde se evalúan los métodos de extracción químico y enzimático, no hay reportes de estudios de optimización de las condiciones de extracción de AH a partir

de *Oreochromis niloticus*. Por lo anterior, en este proyecto se evaluó el efecto del método de extracción sobre el rendimiento de AH, con el fin de optimizar las condiciones de extracción del método que genere mayor rendimiento, confirmando la presencia y el peso molecular del AH obtenido bajo las condiciones óptimas, mediante espectroscopia de infrarrojo, ultravioleta y electroforesis de agarosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron cabezas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) recolectadas en los expendios de pescado del mercado local de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Las cabezas fueron lavadas y pesadas en una balanza granataria (Ohaus, USA), posteriormente se retiraron los ojos de manera manual y se procedió a retirar el humor vítreo con la ayuda de un bisturí, se adicionó nitrógeno líquido y se almacenaron a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su uso. Los análisis proximales realizados al humor vítreo fueron humedad (AOAC, 1990, 934.01), grasas por método Soxhlet (AOAC 1990, 991.36), proteínas por el método Kjeldahl (AOAC 1990, 954.01), y azúcares totales por el método fenol-sulfúrico (Dubois, 1956).

Extracción química

Para realizar la extracción química de AH se siguió la metodología empleada por Lago (2005), para lo que se pesaron 20 g de humor vítreo, se adicionaron 80 mL de NaCl al 0.2% y se dejó reposar durante 15 minutos, se centrifugó (Eppendorf, modelo 5810R) a 4 000 rpm por 20 min a una temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. El sobrenadante fue tratado con 6 mL de bromuro de hexadecil trimetil amonio (CTAB) al 1% dejando reposar por 15 min, y se centrifugó 20 min a 4000 rpm y $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Al precipitado se

le agregaron 2.1 mL de CaCl 0.9 M y 1.23 mL de etanol acuoso, después se centrifugó a 4000 rpm por 20 min, el sobrenadante se lavó con 0.6 mL de cloroformo durante cuatro veces en un embudo de separación. Al volumen resultante se le agregó 5.1 mL de etanol y 5.1 mL de acetona. Se dejó reposar 12 h, después se centrifugó a 4000 rpm durante 20 min, se recuperó el precipitado de cada tratamiento y se dejó secar en tubos Falcon de 50 mL durante una semana en una campana de extracción a temperatura ambiente, finalmente el extracto fue almacenado en refrigeración a 4 °C.

Extracción enzimática

Se tomaron 28 g de humor vítreo, se desengrasó con acetona 1:0.25 (g mL⁻¹) y se secó a 60 °C durante 6 h, posteriormente se solubilizó (1:100, g mL⁻¹) en acetato de sodio 100 mM, pH 5.5, EDTA 5 mM y cisteína 5 mM. Se añadieron 100 mg de papaína por gramo de humor vítreo seco, se incubó 24 h a 60 °C a 100 rpm. Posteriormente se puso a ebullición durante 10 min, centrifugó a 4000 rpm durante 15 min y se añadieron tres volúmenes de etanol saturado con acetato de sodio con respecto al sobrenadante y se almacenó a 4 °C durante 24 h. El precipitado fue recuperado por centrifugación a 4000 rpm durante 15 min, y secado a 60 °C durante 6 h (Volpi *et al.*, 2005), el extracto fue mantenido en tubos Falcon y refrigerado a 4 °C.

Caracterización de ácido hialurónico: Identificación del ácido hialurónico por electroforesis en gel de agarosa

El gel de agarosa se preparó a una concentración de 0.5% en 0.04 M de acetato de bario y pH 5.8 (Volpi, 2003). La electroforesis se realizó con una solución 0.05 M de 1,2-diaminopropano (a pH 9 con CH₃COOH) en 150 min a 50 mA. Después de la migración, el gel fue sumergido en solución de CTAB al 0.1% durante 6 h, posteriormente el gel fue retirado de la solución y teñido con stains-all. Pasado el tiempo de tinción, las muestras en el gel presentaron una coloración azul. Para la identificación del AH en el extracto obtenido por el método químico y enzimático, se utilizó un estándar de AH con peso molecular de 8-15 kDa. Para determinar el peso molecular de los extractos se empleó un marcador de AH (Hyalose LLC Inc.). Los pesos de este marcador se encuentran en un intervalo de 25 a 500 kDa. Todos los reactivos y estándares utilizados fueron marca Sigma Aldrich.

Espectroscopía de Infrarrojo

Los extractos sólidos (químico y enzimático) fueron sometidos a espectroscopía de infrarrojo en el equipo Nicolet IR 6000 marca Thermo Scientific, para determinar la presencia de los grupos amino, carboxilo e hidroxilo presentes en la estructura del AH. La transmitancia fue leída entre 500 y 4000 cm⁻¹ (Kanchana *et al.*, 2013).

Diseño experimental

Para la realización del diseño experimental, primeramente, se evaluaron los métodos de extracción, y mediante el análisis de varianza simple se determinó que el método enzimático generó el mayor rendimiento de AH, es por ello que se propuso el diseño central compuesto 2²+Estrella en el que se evaluaron dos factores y dos niveles (Concentración de enzima: 80, 120 mg enzima mg⁻¹ muestra; y tiempo de incubación: 12 y 24 h). Con este diseño experimental se generaron 10 bioensayos con tres repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis proximal

De acuerdo a lo reportado, el componente principal del humor vítreo es el agua, seguido de grasas, proteínas y carbohidratos (Cuadro 1). Aunque actualmente no se tienen reportes de análisis proximales de humor vítreo de tilapia, estos resultados pueden ser comparados con los obtenidos de otras especies.

Autores como Theocharis *et al.* (2002), estudiaron el humor vítreo de cerdo (*Sus scrofa domesticus*) teniendo como resultado la siguiente composición: 90±4.0 µg mL⁻¹ de ácido úrico, 120±6.0 µg mL⁻¹ de hexosaminas totales, 80±5.0 µg mL⁻¹ de hexosas totales, 22±1.5 µg mL⁻¹ de ácido siálico, 700±29 µg mL⁻¹ de proteínas totales y 150±8.0 µg mL⁻¹ de colágeno. Pavona *et al.* (2008), caracterizaron la composición del humor vítreo de *Rana temporaria* L. reportando 1.6-1.9 g L⁻¹ de proteína total, 0.5 g L⁻¹ de albúmina, 3-8 µmol L⁻¹ de ácido úrico, 0.33-0.48 unidades relativas de colágeno, así como una máxima absorbancia de 0.318 y una longitud

Cuadro 1. Cuantificación de humedad, grasas, proteínas, carbohidratos totales del humor vítreo de tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Determinación	Concentración (%)	Dev. Std.	Referencia
Humedad	98.28	±0.29	AOAC 1990, 934.01
Grasas	1.02	±0.06	AOAC 1990, 991.36
Proteínas	0.66	±0.08	AOAC 1990, 954.01
Carbohidratos totales	5.2×10 ⁻³	±0.0002	Dubois, 1956

de onda de máxima absorbancia de 268 nm. El contenido y concentración de los componentes del humor vítreo presentan variaciones dependiendo de la especie, aunque como característica común, los carbohidratos son las biomoléculas presentes en menor proporción.

Rendimiento de extracción de AH a partir del método químico y enzimático

El análisis estadístico mostró diferencia significativa entre tratamientos, siendo el enzimático el más eficiente ($8 \times 10^{-3} \%$), en comparación con el método químico ($2.2 \times 10^{-3} \%$) (Figura 1).

La diferencia observada en los métodos de extracción, se debe a que los mecanismos difieren en la molécula objetivo, es decir, mientras que en el método enzimático se utiliza a la papaína para hidrolizar a las proteínas (principalmente colágeno), que interaccionan con el AH presente en el humor vítreo para así liberarlo; en el método químico se utilizan reactivos que interaccionan directamente con la estructura del AH, generando rompimiento de sus enlaces, afectando el rendimiento de extracción. De manera detallada, en el método químico, los cationes presentes en las moléculas iónicas del NaCl, CaCl₂ y el CTAB solvatan a los átomos de oxígeno presentes en los enlaces glucosídicos β 1-4 entre el ácido glucurónico y la N-acetilglucosamina, debilitando el enlace y produciendo su rompimiento. El método químico modifica la estructura del AH, lo que genera menor rendimiento (Lago *et al.*, 2007).

Con relación a la cantidad de AH extraído, se puede mencionar que es similar a lo reportado en la literatu-

ra, ya que Gherezghiher *et al.* (1987), extrajo AH a partir de bovino por el método químico con un rendimiento de $3 \times 10^{-1} \%$ al igual que lo reportado por Vázquez *et al.* (2012) mediante el mismo método a partir de humor vítreo de tiburón y de humor vítreo de pez espada, obteniendo $5.5 \times 10^{-3} \%$ y $3 \times 10^{-1} \%$, respectivamente.

Optimización del método enzimático

Se optimizaron las condiciones del método enzimático con el diseño central compuesto 2^2 +estrella con los factores y niveles descritos en la metodología. Posterior al análisis de datos se obtuvo el diagrama de Pareto estandarizado con el que se determina la magnitud y la importancia de un efecto. En este caso como se observa en la Figura 2, todos los factores e interacciones fueron influyentes en la variable de respuesta (rendimiento %), excepto el factor tiempo de incubación. Adicionalmente, el factor concentración de la enzima (mg de enzima g⁻¹ de muestra) tiene un efecto positivo sobre la variable dependiente, es decir que un incremento de esta variable provoca un aumento en el rendimiento, siendo este efecto el de mayor importancia.

La ecuación de regresión obtenida fue la siguiente: Rendimiento = $-0.000667368 + 0.0000110532 \times \text{Concentración de enzima (mg de enzima g}^{-1} \text{ de muestra)} + 0.0000227184 \times \text{Tiempo de incubación (h)} - 3.93885E-8 \times \text{Concentración de enzima (mg de enzima g}^{-1} \text{ de muestra)}^2 - 1.62993E-7 \times \text{Concentración de enzima (mg de enzima g}^{-1} \text{ de muestra)} \times \text{Tiempo de incubación (h)} - 1.87089E-7 \times \text{Tiempo de incubación (h)}^2$, la cual permitió trazar un gráfico de superficie de respuesta (Figura 3), a partir del cual se obtuvo una res-

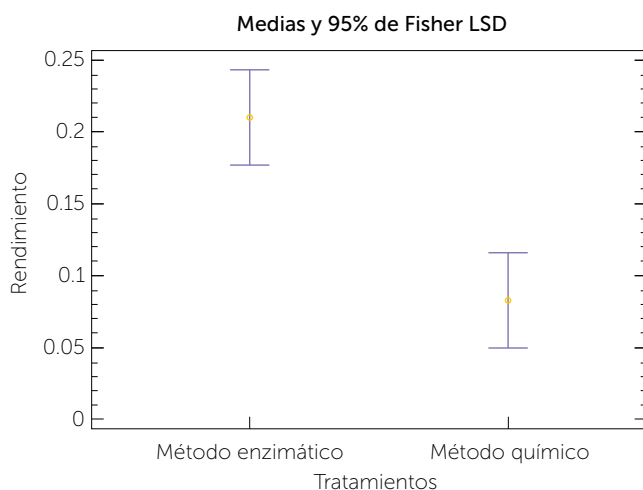


Figura 1. Análisis de varianza ANOVA simple del contenido de AH presente en los extractos químico y enzimático (nivel de confianza del 95%).

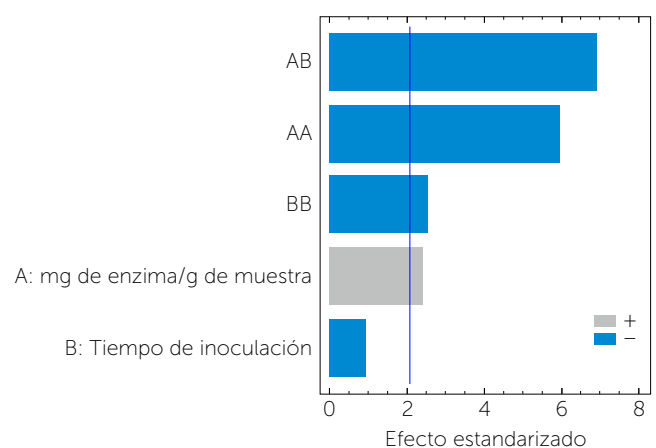


Figura 2. Diagrama de Pareto estandarizada para rendimiento, factores, sus interacciones y efectos, efecto positivo (+), efecto negativo (-).

puesta equivalente a las condiciones óptimas para lograr la máxima respuesta (Cuadro 2).

Caracterización de ácido hialurónico: Barrido espectral UV-VIS

Posterior a la extracción química, enzimática, y a la optimización, se realizó la caracterización mediante espectroscopia de UV-VIS, IR, y electroforesis en gel de agarosa. Al realizar el barrido espectral de UV-VIS de 190 a 1100 nm, se observó una longitud de onda de máxima absorbancia de 213 nm para el estándar, 237 nm para el extracto químico, 257 nm para el extracto enzimático y 205 nm para el obtenido por la optimización. Esta banda se debe a la transición electrónica $n \rightarrow \pi^*$ del grupo carbonilo presente en el ácido glucurónico y a la transición $n \rightarrow \sigma^*$ de los heteroátomos (O y N) presentes en la estructura del AH (Figura 4).

Espectroscopia de Infrarrojo

En el espectro de infrarrojo se observaron las bandas correspondientes a la vibración de tensión del enlace N-H de amino, con desplazamiento de 3100 cm^{-1} ; la banda correspondiente al enlace O-H del anillo, presente en 3500 cm^{-1} ; las bandas correspondientes a los enlaces $\text{Csp}_3\text{-H}$ de los ciclos de los carbohidratos presentes en 2960 cm^{-1} y la señal en 1540 y 1400 cm^{-1} correspondiente a enlaces $\text{Csp}_3\text{-Csp}_3$. La banda de 1700 cm^{-1} corresponde al grupo carbonilo del ácido glucurónico, confirmando su presencia, así como el enlace C-N en 1090 cm^{-1} , lo cual confirma la presencia de glucosaminoglucanos, familia a la que pertenece el AH. Aunque se observan las señales de los hidrógenos que confirman la presencia del AH en el extracto, se observan también otras señales que no corresponden a esta estructura, que posiblemente sean de

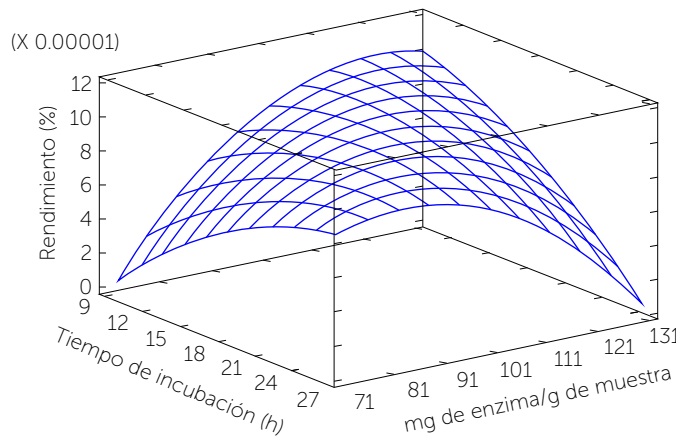


Figura 3. Superficie de respuesta estimada para el rendimiento (%).

Cuadro 2. Optimización de la respuesta en función de los niveles máximos y mínimos de los factores experimentales.

Factor	Nivel bajo	Nivel alto	Óptimo
Concentración de enzima (mg de enzima g^{-1} de muestra)	72	128	120
Tiempo de inoculación (h)	9.5	26	9.5

el gel se confirma presencia de AH dado que este carbohidrato se enlaza electrostáticamente con el stains-all dando coloración azul las bandas correspondientes al hialuronano.

naturaleza proteica, coincidiendo con el barrido espectral de UV-VIS, por lo que es recomendable la purificación de AH.

Electroforesis en gel de agarosa

Se realizó una electroforesis en gel de agarosa para confirmar presencia de AH empleando stains-all, el gel obtenido se presenta en la Figura 5. Con

Volpi *et al.* (2003) confirmaron presencia de AH con electroforesis en gel de agarosa de muestras extraídas de mejillones (*Mytilidae*), Sadhasivam *et*

al. (2013) confirmaron presencia de AH y otros GAG's en muestras extraídas de raya jaspeada (*Aetobatus narinari*), teniendo como resultado un gel con bandas de distintas tonalidades. Con lo que se pudo corroborar que las bandas de AH únicamente fueron teñidas con stains-all. El peso molecular del estándar utilizado fue de 8 a 15 kDa, por lo que se puede inferir que el peso molecular de los extractos crudos de AH obtenido por del método enzimático y químico, podrían estar en ese rango. Para confirmar el peso molecular del AH presente en los extractos químico y enzimático, además del obtenido con los parámetros óptimos se realizó una electroforesis en gel de agarosa utilizando el estándar de pesos moleculares de AH (Hyalose LLC Inc.). En el

gel (Figura 6) se aprecian las bandas del marcador molecular (MM) observándose de mayor a menor peso molecular de arriba hacia abajo (509 kDa, 321 kDa, 214-30 kDa), y de las muestras extraídas (O1, O2). Teniendo en cuenta los pesos moleculares y el número de bandas, se determi-

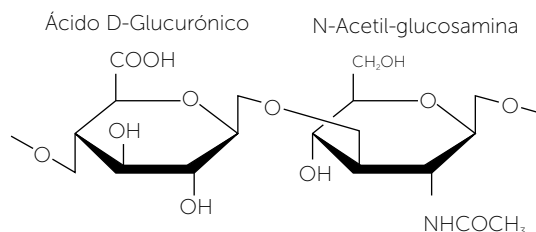


Figura 4. Estructura de ácido hialurónico y el enlace de unión entre el ácido D-glucurónico y la N-acetil-glucosamina (Kakehi *et al.*, 2003)

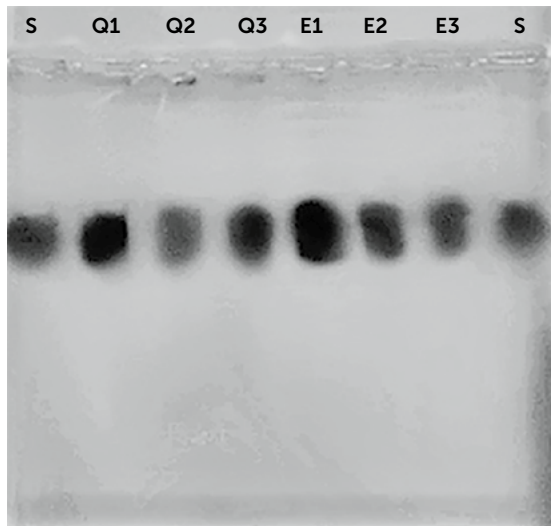


Figura 5. Electroforesis en gel de agarosa. Muestras extraídas con el método químico (Q1, Q2, Q3) y el método enzimático (E1, E2, E3), estándar (S).

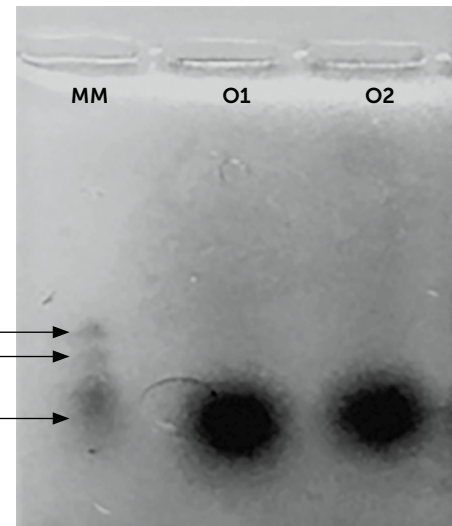


Figura 6. Electroforesis en gel de agarosa, marcador molecular de AH (MM), y extractos obtenidos bajo las condiciones óptimas (O).

na que el peso molecular de los extractos oscila entre 214-30 kDa.

Solamente existen dos reportes de extracción de AH proveniente de especies marinas donde indica el peso molecular del polímero (Vázquez *et al.*, 2012). El proveniente de tiburón (*Carcharodon* L.) tuvo un peso molecular de 2,000 kDa y el de pez espada (*Xiphias gladius* L.) fue de 1,600 kDa; aunque estos pesos moleculares son mayores a los obtenidos en este estudio, con base en los antecedentes analizados, se infiere que el peso molecular de AH estará definido por la especie. Es importante hacer notar que el AH de menor peso molecular, puede ser utilizado para aplicaciones dérmicas en donde se requieren moléculas pequeñas que sean capaces de ser absorbidas por la dermis. Con el análisis de varianza simple se demuestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre los métodos de extracción químico y enzimático, dado que, en el método químico, las sales interactúan directamente con el ácido hialurónico se obtiene menor rendimiento, mientras que, en el método enzimático, las enzimas interactúan con las proteínas presentes, siendo este el que proporciona mayor rendimiento.

CONCLUSIONES

Se obtuvieron las condiciones óptimas (concentración de enzima: 120 mg de enzima g⁻¹ de muestra y un tiempo de incubación de 9 ½ h) para la extracción de ácido hialurónico por el método enzimático.

co a partir de humor vítreo de *Oreochromis niloticus*. Se confirmó la presencia de ácido hialurónico en el humor vítreo de *Oreochromis niloticus* extraído bajo las condiciones óptimas, y su peso molecular oscila entre 30-214 kDa.

LITERATURA CITADA

- Arumugam M., Mohan K., Abirami P., Kanchana S. 2016. Isolation and characterization of molluscan glycosaminoglycans from Pazhayar, South-East coast of India. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(2), 100-105.
- Cullis-Hill. 1989. Patente nº US 4879375 A. Europa.
- FAO.2012. www.fao.org/3/a-i2727s.pdf.
- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A., Smith F. 1956. Colorimetric Method for Determination of Sugars and related substances. *Nature*, 167.
- Gherezghiher T., Koss M.C., Nordquist R.E., Wilkinson C. P. 1987. Analysis of vitreous and aqueous levels of hyaluronic acid: application of high-performance liquid chromatography. *Experimental Eye Research*, 347-349.
- Kakehi K., Kinoshita M., Yasueda S. 2003. Hyaluronic acid: separation and biological implications. *Journal of chromatography B*, 347-355.
- Kanchana S., Arumugam M., Giji S., Balasubramanian T. 2013. Isolation, characterization and antioxidant activity of hyaluronic acid from marine bivalve mollusc *Amussium pleuronectes* (Linnaeus, 1758). *Bioactive Carbohydrate Dietary Fibre*, 1-7.
- Kogan G., Soltés L., Stern R., Gemeiner P. 2007. Hyaluronic acid: a natural biopolymer with a broad range. *Biotechnology Letters*, 17-25.
- Lago G., Oruña L., Cremata J. A., Pérez C., Coto G., Lauza E., Kennedy J. F. 2005. Isolation, purification and characterization of hyaluronan. *Carbohydrate Polymers*, 321-326.
- Meyer K., Palmer J.W. 1934. The Polysaccharide of the vitreous humor. *Biological Chemistry*, 629-634.

- Myoung G.P.J. 1996. Patente nº 5 496 726. Rep. of Korea.
- Naumann H.N. 1959. Postmortem chemistries of human vitreous body in man. Arch Ophthalmol, 356-363.
- Nordmann J., Brini A., Bronner A., Gerhard J. 1968. Biologie et chirurgie du corps vitré. Chimie, 95-167.
- Pavona I., Sharova N., Dmitrieva S., Levin P., Tatikolov A. 2008. Characterization of the composition of the aqueous humor and the vitreous body of eye of the frog *Rana temporaria* L. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A, 676-681.
- Sadhasivam G., Arumugam M., Abirami P., Balasubramanian T. 2013. Isolation and characterization of hyaluronic acid from the liver of marine stingray *Aetobatus narinari*. International Journal of Biological Macromolecules, 54, 84– 89.
- Sim J. S., Nakano T., Nakano K. 1994. A simple rapid method to estimate hyaluronic acid concentrations in rooster comb and wattle using cellulose acetate electrophoresis. Agric. Food Chem., 42, 2766-2768.
- Theocharis D., Noulas A., Theocharis A., Feretis E., Papageorgakopoulou N., Karamanos N. 2002. Pig vitreous gel: Macromolecular composition with particular reference to hyaluronan-binding proteoglycans. Biochimie, 295-302.
- Vázquez J.A., Murado M.A., Montemayor M.I., González M.P. 2012. Optimization of extraction and purification process of hyaluronic acid from fish eyeball. Food and Bioproducts Processing, 491-489.
- Volpi N., Maccari F. 2003. Purification and characterization of hyaluronic acid from the mollusc bivalve *Mytilus galloprovincialis*. Biochimie, 619-625.
- Volpi N., Maccari F., Titze J. 2005. Simultaneous detection of submicrogram quantities of hyaluronic acid and dermatan sulfate on agarose-gel by sequential staining with toluidine blue and stain-All. Chromatography B, 131-135.



SI_CIAAM: SISTEMA DE INFORMACIÓN DE COMPOSICIÓN DE INGREDIENTES PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL EN MÉXICO

SI_CIAAM: INFORMATION SYSTEM OF INGREDIENT COMPOSITION FOR ANIMAL DIETS IN MÉXICO

Castillo-Maldonado, P. P.¹, Figueroa-Velasco, J. L.^{1*}, Maroto-Molina, F.², Del Valle-Paniagua, D. H.³, Crosby-Galván, M. M.¹, Vaquera-Huerta, H.⁴, Hernández-Sánchez, D.¹, Lerma-Serna, I.³

¹Programa de Ganadería, ³Programa de Cómputo Aplicado, ⁴Programa de Estadística. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, C.P. 56230 Texcoco, México. ²Departamento de Producción Animal. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes (ETSIAM). Universidad de Córdoba. Carr. Nacional IV, km 396. C.P.14014 Córdoba, España.

*Autor para correspondencia: jlfigueroa@colpos.mx

RESUMEN

La información sobre la composición de los ingredientes que se emplean en la alimentación animal en México puede ser consultada en diferentes tipos de fuente: manuales para productores, libros de nutrición animal, tesis de licenciatura y postgrado, artículos en revistas científicas o de divulgación y en reportes de laboratorios de análisis de alimentos pecuarios, sea de instituciones públicas o privadas. La dispersión de los datos sobre la composición de un ingrediente o alimento dificulta el acceso a los mismos, lo que genera la necesidad de compilarlos en un sistema de información (SI) que además provea de sus metadatos. En México no existe una Base de Datos de Composición de Alimentos (BDCA) para la alimentación animal conectada a un SI con acceso abierto en la WEB, actualizable y confiable. El objetivo de este escrito es presentar el diseño y desarrollo del SI de Composición de Ingredientes para la Alimentación Animal en México (SI_CIAAM) y su sitio Web, que dará servicio a diferentes tipos de usuarios: productores y técnicos pecuarios, especialistas en nutrición animal, estudiantes, investigadores, entre otros.

Palabras clave: valor nutritivo, alimentos para animales, software, base de datos.

ABSTRACT

The information about the composition of ingredients that are used in animal diets in México can be consulted in different types of sources: manuals for producers, animal nutrition books, undergraduate and graduate theses, articles in scientific journals or extension magazines, and in lab reports of livestock diet analysis, whether by public or private institutions. The dispersion of data regarding the composition of an ingredient or food makes access to these difficult, generating the need to compile them in an information system (IS) that can also provide its metadata. In México there is not a Database of Food Composition (DFC) for animal diets connected to an IS with open access on the web, capable of being updated and reliable. The objective of this study is to present the design and development of the Ingredient Composition for Animal Diets in México IS (SI de Composición de Ingredientes para la Alimentación Animal en México, SI_CIAAM) and its website, which will offer services to different types of users: livestock producers and technicians, animal nutrition specialists, students, researchers, among others.

Keywords: nutritional value, foods for animals, software, databases.

Se puede acceder a las BD relacionales por medio de un programa informático único en una computadora, a través de una red local (varias computadoras conectadas a un servidor donde se encuentra la BD), y por la WEB; en ésta última, la conexión al servidor es independiente del lugar donde estén las computadoras, por lo que pueden trabajar simultáneamente varias personas con internet y acceso de usuario (Charrondiere *et al.*, 2011b). Un Sistema de Información (SI) es un conjunto de funciones establecidas por procedimientos y controles. Está formado por datos, usuarios, modelos de datos e interfaces, los cuales interactúan a través de hardware y programas de software. Díaz *et al.* (2009) mencionan que los SI ofertan, regulan y gestionan todo tipo de información; incluyen procesos de almacenamiento, identificación, transformación, organización, tratamiento y recuperación de datos; y cómo éstas generan cambios en el grado del conocimiento que poseen las personas, la solución de problemas informativos, o la toma de decisiones operacionales.

Las dificultades existentes en México para acceder a los datos de composición de alimentos, en unos casos por su costo y en otros por su dispersión, justifica el desarrollo de un SI para compilarlos y tratarlos. El SI de Composición de Ingredientes para la Alimentación Animal en México (SI_CIAAM) se diseñó para su uso on-line y se conecta a una base de datos relacional; la función principal es mostrarle al usuario la composición de los ingredientes que se emplean en México para la alimentación a los animales. *La Plataforma digital del SI_CIAAM, como un medio de divulgación, tiene como propósito beneficiar al pequeño y mediano*

INTRODUCCIÓN

Los profesionales especialistas en nutrición animal en México emplean varias fuentes de información relacionadas con la composición de ingredientes para formular dietas o alimentos preparados para animales. Entre estas fuentes destacan: los resultados del análisis directo de laboratorio de la materia prima (como los de química húmeda y otros más especializados); el análisis indirecto por NIRS (Near-infrared spectroscopy); y la consulta de documentación impresa o digital. Actualmente se están sustituyendo las "Tablas de Composición de Alimentos" (TCA) mecanografiadas y preparadas en hojas de cálculo con su formato bidimensional, que dejan al margen una documentación escasa o nula para cada valor (Greenfield y Southgate, 2006). Como soporte de los datos están los archivos electrónicos (Excel u otras hojas de cálculo), memoria de los compiladores, bases de datos relacionales, documentos impresos y los archivos XML o equivalentes (Charrondiere *et al.*, 2011b). Los sistemas de gestión de bases de datos relacionales (MySQL, MS SQL, MS Access) proporcionan mecanismos para la compilación de información sobre composición de alimentos perfectamente documentada e incorporan valores analíticos hasta el nivel más alto de desglose (Greenfield y Southgate, 2006). La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) por medio de la Red internacional de sistemas de datos sobre alimentos (INFOODS) es una de las instituciones más involucradas en el desarrollo de Bases de Datos de Composición de Alimentos (BDCA) para la alimentación humana; sobre éste tema hay publicaciones como las de Greenfield y Southgate (2006), y las de Charrondiere *et al.* (2011a); y sus directrices o principios podrían tomarse como marco en el desarrollo de una BDCA para la alimentación animal. Asimismo, la FAO participa en iniciativas como Feedipedia (un SI de libre acceso a los recursos para la alimentación animal: www.feedipedia.com).

productor pecuario, con opciones para sustituir algunos componentes de las dietas, ya sea para disminuir costos o por la escasez de ingredientes ante contingencias (fenómenos climatológicos adversos, abastecimiento pobre, plagas y cambio de uso, entre otros).

MATERIALES Y MÉTODOS

Tecnología empleada: La base de datos del SI_CIAAM se desarrolló en el Gestor de Bases de datos SQL server® 2014 express (Microsoft® Corporation). El desarrollo de la aplicación web fue en el entorno de programación de Visual Studio 2012® (Microsoft® Corporation) con tecnología ASP.NET. Se usó un servicio de Host de desarrollo para instalar los diferentes módulos del software "CIAAM". La autenticación de usuarios se realizó con tecnología cliente-servidor. Para la importación de datos (carga masiva de datos) provenientes de otras BD, proporcionadas por los colaboradores, se utilizaron dos aplicaciones: 'El asistente para la importación y exportación de SQL server de 32 bits' (Microsoft® Corporation), y una desarrollada en este estudio para cada tipo de archivo como fuente de datos (Access, Excel, SqlServer). El servidor web 'IIS express' se usó para verificar "en localhost" la actualización de la carga masiva de datos en el proyecto de sitio web CIAAM.

El SI_CIAAM se desarrolló en cinco **fases**:

Descripción (se identificó la función principal del SI y se redactó una breve explicación del objetivo; en esta fase se definieron los aspectos técnicos relativos a la composición de alimentos).

Diseño conceptual (se establecieron los requisitos y las excepciones correspondientes; para llegar al modelo conceptual se especificaron los procedimientos y sus controles; y se enlistaron los actores y sus funciones a detalle; por último, se realizaron los prototipos de las interfaces).

Diseño físico (se establecieron los componentes técnicos: base de datos y programas; se especificó hardware y software necesarios para la instalación). Programación (se desarrolló la base de datos relacional, el software se implementó como una aplicación web, que a través de varios programas que se conectan a la base de datos mediante comandos "SQL", modifican, agregan, validan, eliminan y muestran la información de la composición de cada uno de los ingredientes; se estableció un control de acceso para el ingreso al sitio web CIAAM de acuerdo con una matriz de roles).

Instalación (para la publicación y configuración de la aplicación web CIAAM Versión 1.1 y 1.2 se empleó una

"HTTP URL" provisional; al término de esta fase los usuarios pueden usar el SI_CIAAM). Las tres primeras fases involucran la definición del SI_CIAAM.

Versiones del SI_CIAAM

En la aplicación web CIAAM Versión 1.1 se hicieron pruebas de estrés con carga masiva de datos ficticios mediante programas que realizan ETL (Extract, Transform and Load) para comprobar su desempeño y funcionalidad. Se realizó un ETL a una hoja de cálculo en Excel que contenía información de 98 compuestos para 281 ingredientes (Tablas de Fedna 2010-2015, www.fedna.es) y se hicieron pruebas de captura de información de bibliografía. En la aplicación web CIAAM Versión 1.2 se programó el control de acceso. Los tipos de usuarios definidos fueron: administrador, capturistas, comité evaluador, productores o público en general, especialistas en nutrición animal, investigadores y estudiantes. Cada tipo de usuario, de acuerdo con su función, podrá ver, capturar, validar o actualizar la información. Se realizó un Demo en el sitio web (<http://ciaam.softwerizate.com/>) con información de bibliografía.

Trabajo colaborativo

Compartir datos finales entre científicos, producto de sus investigaciones, conlleva una labor de amplio convencimiento, lo cual es producto de la confianza en dejar los datos en manos de "quién". La estrategia para convencer a los investigadores y/o responsables de la información sobre composición de ingredientes fue: primero, terminar el SI_CIAAM; segundo, hacer un Demo; y tercero, ir personalmente a mostrarles el Demo a los que proporcionan datos. Hay una tendencia mundial, sobre todo en las instituciones públicas, de que todos los datos estén disponibles para la población interesada. El concepto de "Datos Abiertos" es el argumento que se usó para que los centros de investigación compartan sus datos y se facilite el trabajo colaborativo. La idea es participar en proyectos nacionales e internacionales cuyo objetivo sea obtener y documentar los compuestos, nutritivos o no, de los ingredientes empleados en la alimentación animal.

Nomenclatura

La BD_CIAAM utilizará provisionalmente la nomenclatura del Sistema de Información de Alimentos (SIA, de la Universidad de Córdoba, España) el cual da las bases para la homogenización de la información sobre alimentos para animales, que sea fácil de encontrar, de cara a evitar repeticiones y poder compartirla en un contexto internacional, entre otras virtudes. Establece normas

para la descripción de muestras, denominaciones y sus siglas para identificar los principios nutritivos. La propuesta de nomenclatura del SIA para muestras, de acuerdo a Maroto-Molina *et al.* (2011), se basa en la utilización de un campo único (Nombre) como principal identificador de la muestra, que a su vez se basa en el sistema de nomenclatura INFIC/ENFIC, dado por la secuencia "producto-parte-proceso y otros", donde "otros" incluye atributos que proporcionan información relacionada con la calidad de la muestra.

Carga masiva de datos

Este procedimiento agiliza y evita errores al importar datos provenientes de diversos laboratorios que analicen muestras de ingredientes para la alimentación animal en México; sus resultados enriquecerán la BD_CIAAM. Para esto, cuando se tiene una BD proporcionada por un laboratorio, se deben actualizar en nuestra BD *los listados de ingredientes, tipos de ingredientes, regiones, autores, fuentes, tipos de fuentes, nutrientes o componentes, unidades de medida*. Para cada BD se programa una aplicación de software que facilita, mediante el uso de sentencias SQL, la importación de datos de una tabla a otra con diferente número y nombres de las columnas. El procedimiento de ETL variará de acuerdo con la estructura de cada una de las BD que se consiguen. Un ejemplo se detalla a continuación:

Extracción. De una BDCA (*Base de datos de Composición de alimentos en México compilada por el Dr. Francisco Maroto Molina del Sistema de Información de Alimentos, Universidad de Córdoba, España*). Esta base contiene principalmente información del Dr. Francisco

Calderón Sánchez y el Dr. Juan de Dios Guerrero Rodríguez) (en este caso en Access) se extrajo la información de interés con una consulta SQL que se exportó como un archivo en Excel; éste posteriormente se importó, con la ayuda del 'SQL Server Import and Export Wizard', a la BD_CIAAM como una nueva tabla nombrada 'campuspuebla'.

Transformación. Los listados de la BD_CIAAM se actualizaron para que exista correspondencia entre las tablas involucradas, con el fin de actualizar la tabla de 'Composición'. Se obtuvieron los nombres de los ingredientes "sin repeticiones" de la tabla 'campuspuebla' con la sentencia SQL 'Select distinct NLatino from campuspuebla'.

La sentencia SQL 'Select distinct concat (concat (CONCAT ('insert into Ingrediente values ("', ncomun), "', 1, "')', NLatino + "'))' from campuspuebla' generó una lista de sentencias 'inserts': 'Insert into Ingrediente values ('MAIZ HOJA SECA CRIOLLO AMARILLO EC CPUE35', 1, 'ZEA MAYS HOJA SECA CRIOLLO AMARILLO EC CPUE35')'; al final de éste proceso los ingredientes de la tabla 'campuspuebla' quedan agregadas al listado 'Ingredientes' de la BD_CIAAM.

La sentencia SQL 'Select concat (concat (concat ('insert into Nutriente values ("', COLUMN_NAME, "',')'), COLUMN_NAME) + "')' from INFORMATION_SCHEMA. COLUMNS where TABLE_NAME = 'campus-

puebla" genera las sentencias 'inserts' que agregan los registros faltantes en el listado 'Nutrientes'.

Carga. Para ingresar un registro de la tabla 'campuspuebla' a la tabla 'Composición', se ejecutaron un conjunto de sentencias SQL que relacionan atributos de ese registro con sus identificadores (id) asignados en los listados (Fuentes, Ingredientes, Nutrientes y Unidades) de la BD_CIAAM. Por ejemplo, el idfuente de la base de datos CP_CampusPuebla es 3, el Idingrediente de CUBATA NEGRA RAMON es 25, el id nutriente de (DenzpcMS)(%) es 18, el idunidad de porcentaje es 2 y el valor a insertar es 49.32. La siguiente sentencia insert into Composicion values(@IdFuente, @IdIngrediente, @IdNutriente, @IdUnidad, 49.32 genera el registro (Figura 1).

La verificación de los registros insertados se realizó en un localhost implementado por el servidor IIS, antes de actualizar la BD en el Sitio web CIAAM.

Aplicación para la carga masiva de datos

La inserción de nuevos registros provenientes de otras BD requiere que se modifique cada una de las sentencias de carga, por cada dato de composición a ingresar. Para agilizar este procedimiento, se programó una aplicación que las modifica automáticamente e inserta todos los registros de composición de una tabla a otra. La aplicación (Figura 2) realiza la carga masiva

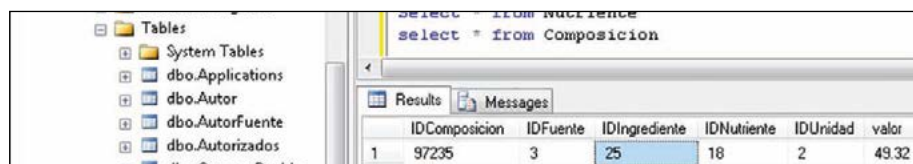


Figura 1. Verificación de un registro insertado en la tabla Composición.

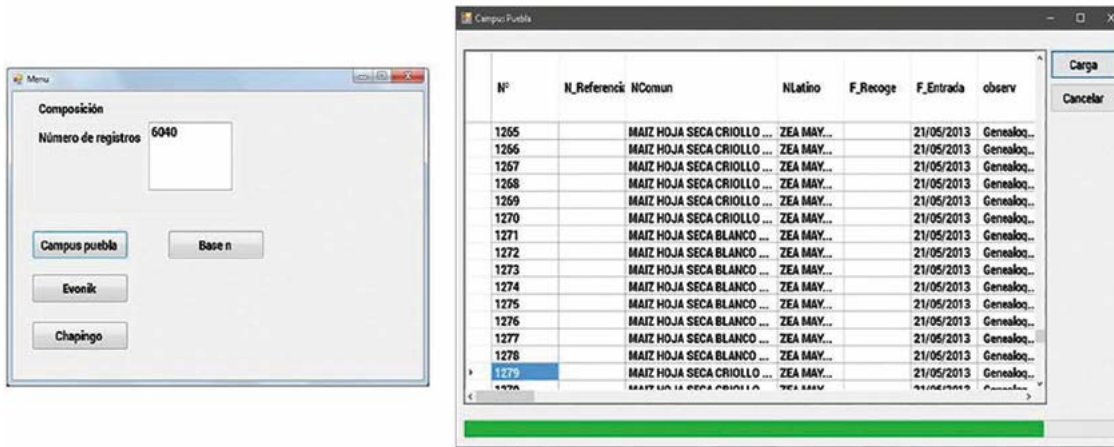


Figura 2. Aplicación desarrollada para la carga masiva de datos de una tabla a otra.

de datos de la tabla 'campuspuebla' a la tabla 'Composición' en la BD_CIAAM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El SI_CIAAM es un sistema de información en línea con una base de datos relacional, cuya función principal es mostrarle al usuario la composición de los ingredientes que se emplean en México para la alimentación animal.

Actores y Funciones del SI_CIAAM

Los actores son aquellas personas que tienen algo que ver con el SI_CIAAM, es decir, que lo usan o lo modifican, y la lista de funciones puntualiza algunos procedimientos para el uso y actualización del sistema (Figura 3).

Sitio web o Plataforma Online CIAAM

La aplicación Web está en el subdominio <http://ciaam.softwerizate.com> que lleva a una página de entrada a la Plataforma. Al ingresar el Usuario y la contraseña le da acceso a la página de inicio del CIAAM de acuerdo con la función que tenga el Usuario (Figuras 4 y 5).

La página de inicio contiene acceso a 5 apartados: Ingredientes, Autores, Regiones, Fuentes y Catálogos

- 1.1 LISTA DE ACTORES**
- 1.1.1. Administrador del Sistema
 - 1.1.2. Capturistas
 - 1.1.3. Investigadores
 - 1.1.4. Especialistas en nutrición animal
 - 1.1.5. Estudiantes
 - 1.1.6. Público en general (productores, técnicos pecuarios, fabricantes de alimentos para animales)

- 1.2. LISTA DE FUNCIONES**
- 1.2.1. Administrador del Sistema**
- 1.2.1.1. ABC Usuarios
 - 1.2.1.2. ABC ingredientes
 - 1.2.1.3. ABC tipos de ingrediente
 - 1.2.1.4. ABC regiones
 - 1.2.1.5. ABC autores
 - 1.2.1.6. ABC fuentes
 - 1.2.1.7. ABC tipos de fuente
 - 1.2.1.8. ABC nutrientes
 - 1.2.1.9. ABC unidades
 - 1.2.1.10. Consulta las propuestas de datos y las remite al comité evaluador.
- 1.2.2. Capturistas**
- 1.2.2.1. ABC composición
- 1.2.3. Investigadores y especialistas en Nutrición Animal**
- 1.2.3.1. Consulta información de acceso abierto y clasificado
 - 1.2.3.2. Postula un resultado propio o de un tercero para que se incluya en el análisis
 - 1.2.3.3. Sugiere la modificación de algún dato
- 1.2.3. Estudiantes**
- 1.2.3.1. Consulta información de acceso abierto: estadísticas de la información contenida de la base de datos, mapas de la procedencia de los ingredientes y distribución de los lugares de muestreo, cantidad de fuentes por tipo de fuente, autores y responsables de la información, etc.
- 1.2.4. Público general**
- 1.2.4.1. Consulta información de acceso abierto: estadísticas de la información contenida de la base de datos, mapas de la procedencia de los ingredientes y distribución de los lugares de muestreo, cantidad de fuentes por tipo de fuente, autores y responsables de la información, etc.

Figura 3. Lista de actores y funciones básicas del SI_CIAAM.



Figura 4. Página de inicio de sesión a la Plataforma CIAAM.



Figura 5. Página de inicio de la Plataforma CIAAM.

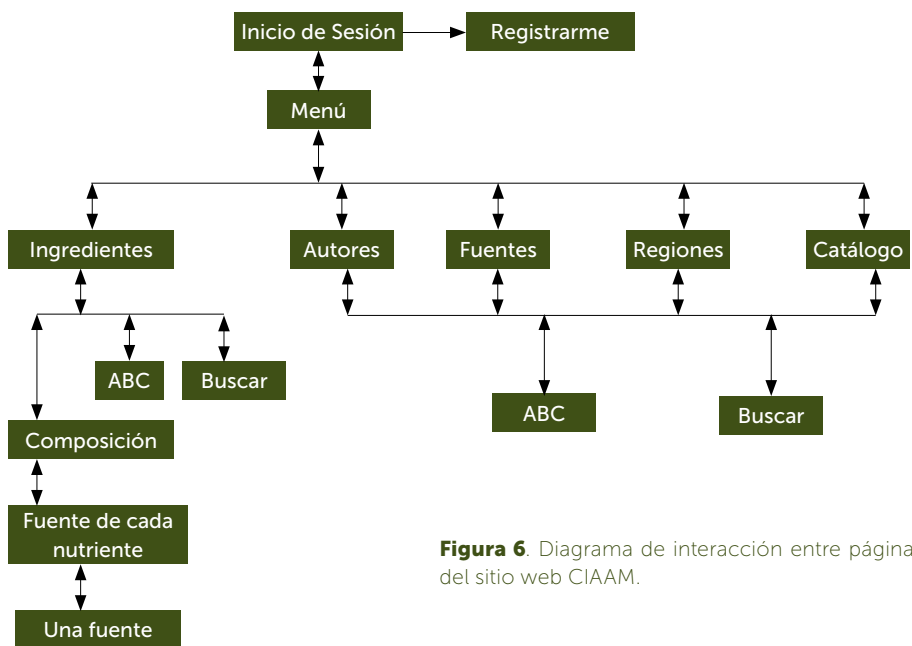


Figura 6. Diagrama de interacción entre páginas del sitio web CIAAM.

(Figura 6). Las secciones del menú: Autores, Regiones y Fuentes fueron incluidas para agilizar la búsqueda de información. La sección Catálogos será el glosario de términos para el usuario que sólo consulta, y para el usuario ABC (Altas, Bajas y Cambios) será una herramienta para la actualización de los listados en términos y sus abreviaturas.

Al acceder a la sección de listado de ingredientes se muestra un botón de búsqueda y en la interfaz se enlistan los ingredientes por nombre común, nombre científico y tipo (Figura 7).

En la Figura 8 se da la composición del ingrediente, previamente seleccionado, como una lista de los valores de los nutrientes. En fuentes, se accede a los metadatos de cada uno: una o varias fuentes consideradas en el cálculo del valor, origen de la información, región de muestreo, ecuaciones aplicadas para su obtención, análisis de laboratorio de la muestra, autor que los reporta, etcétera.

En la interfaz Listado de fuentes la búsqueda se realiza por la palabra clave de la cita (cualquier palabra que se contenga en la cita) y da acceso a los metadatos de cada fuente: Año, Cita, Resumen, Tipo de fuente, Región; y enlista en la parte inferior, todos los valores de composición de ingredientes que fueron capturados en el SI_CIAAM provenientes de esa fuente (Figura 9).

En la interfaz Listado de Autores se permite la búsqueda por nombre o apellido del autor. La información sobre autor es: Apellido Patero, Apellido Materno, Nombre (s), Dirección del lugar donde trabaja, Teléfono, Lugar de trabajo, correo electrónico; también da información de cuántas fuentes se relacionan a un Autor. En cuanto al apartado de Regiones mostrará por región la información sobre los ingredientes que se emplean a nivel local para la alimentación animal.

La sección Catálogos (Figura 10) se considera la más innovadora, pues le dará la facultad al administrador (usuario ABC) del SI_CIAAM de actualizar los cinco catálogos que muestra: 1. Nutrientes (nombre y abreviatura); 2. Regiones (nombre y características); 3. Fuentes (enlista tipos de fuentes: laboratorio de industria, laboratorio de institución pública, artículo científico, manual, tesis de doctorado, tesis de maestría, tesis de licenciatura, etc.); 4. Tipo de ingrediente (la clasificación depende de la cantidad del nutriente que

INGREDIENTES	
Ingrediente	Tipo
	Fibroso
ACAHUAL HOJA	Fibroso
ACEITILLA FORRAJE	Fibroso
ACEITUNA ALPECHIN	Subproducto Agroindustrial
ACEITUNA ALPECHIN CONCENTRADO	Subproducto Agroindustrial
ACEITUNA HOLLEJO	Subproducto Agroindustrial
ACEITUNA HUESO	Subproducto Agroindustrial
ACEITUNA MELAZA	Melazas o vinazas
ACEITUNA ORUJO	Subproducto Agroindustrial
ACEITUNA ORUJO DESHUESADO	Subproducto Agroindustrial

Figura 7. Interfaz que enlista los ingredientes por orden alfabético.

Composición del ingrediente:[Atrás](#)

Ingrediente	Nutriente	Valor	Unidad	
ACAHUAL HOJA	CENIZAS	18.16	%MS	Fuentes
ACAHUAL HOJA	DIGESTIBILIDAD VITRO MS TILLEY & TERRY (1ª FASE)	70.28	%	Fuentes
ACAHUAL HOJA	ENERGIA DIGESTIBLE RUMIANTES (CNU)	2.73	Mcal/kg MS	Fuentes
ACAHUAL HOJA	ENERGIA METABOLIZABLE RUMIANTES (CNU)	2.24	Mcal/kg MS	Fuentes
ACAHUAL HOJA	FIBRA ACIDO DETERGENTE	23.9	%MS	Fuentes
ACAHUAL HOJA	FIBRA NEUTRO DETERGENTE	47.6	%MS	Fuentes
ACAHUAL HOJA	MATERIA SECA	31.21	%	Fuentes
ACAHUAL HOJA	NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES	62	%MS	Fuentes
ACAHUAL HOJA	PROTEINA BRUTA	32.31	%MS	Fuentes
ACAHUAL HOJA	PROTEINA DIGESTIBLE VITRO TILLEY & TERRY (1ª FASE)	24.06	%MS	Fuentes

contenga en mayor proporción). 5. Unidades de Medida (el nombre completo y su simbología). Esta sección permitirá modificar, cuando se requiera, la Nomenclatura para compartir los datos en el futuro con instituciones nacionales e internacionales.

Confianza en la información

Cada dato que se muestre al usuario en el Sitio web CIAAM estará referenciado a su fuente de información (Figura 11), así como a otros metadatos: lugar de procedencia, análisis realizado, si es o no dato calculado y como se calculó, entre otros, para que el usuario elija la información que le será útil de acuerdo al origen de ésta.

La actualización del SI_CIAAM puede realizarse vía online; las interfaces

Figura 8. Composición de un ingrediente seleccionado.

[Atrás](#)

Fuente	BARCENA Y COL (2009)
Año	2009
Cita	<p>Barcena Gamu R., Hernández García P. A., Meneses Mayo M., Ramírez Eribiesca E., Crosby Galván M. M. y Lee Hernández A. 2009. Guía práctica: composición nutricional y valor nutritivo de los forrajes del Estado de Puebla. Ed. Fundación Produce Puebla A.C.</p> <p>Datos provenientes de la Base de Datos compilada por el Dr. Francisco Paroto Molina del SIA, Universidad de Córdoba, España, durante su estancia en México en el Colegio de Postgraduados Campus Puebla. 2013.</p> <p>Esta Guía ha sido generada por los autores gracias al apoyo económico recibido de la Fundación Produce Puebla A.C. y forma parte de los resultados del proyecto "Innovaciones tecnológicas en forrajes y cría de hembras de reemplazo para mejorar la competitividad y sustentabilidad de los pequeños productores de corderos en el altiplano de Puebla" folio 21-2009-0306.</p>
Resumen	
Tipo de fuente	Guía para productores
Región	Puebla
<input type="button" value="Editar"/>	

Datos reportados en esta fuente e incluidos en CIAAM

	Ingrediente	Nutriente	Valor
Editar	ACAHUAL HOJA	MATERIA SECA	31.21 % (Porcentaje)
Editar	ACAHUAL HOJA	CENIZAS	18.16 %MS (Porcentaje sobre Materia Seca)
Editar	ACAHUAL HOJA	PROTEINA BRUTA	32.31 %MS (Porcentaje sobre Materia Seca)
Editar	ACAHUAL HOJA	PROTEINA DIGESTIBLE VITRO TILLEY & TERRY (1ª FASE)	24.06 %MS (Porcentaje sobre Materia Seca)
Editar	ACAHUAL HOJA	FIBRA NEUTRO DETERGENTE	47.6 %MS (Porcentaje sobre Materia Seca)
Editar	ACAHUAL HOJA	FIBRA ACIDO DETERGENTE	23.9 %MS (Porcentaje sobre Materia Seca)

Figura 9. Datos que muestra una fuente de información.



Figura 10. Sección de Catálogos de la Plataforma CIAAM.



Figura 11. Interfaz para actualizar los tipos de fuentes de información.

de captura permiten agregar información de fuentes bibliográficas o análisis directo de muestras de ingredientes. El Demo del sitio web "CIAAM" contribuyó a conseguir, hasta la publicación de este artículo, 15,283 datos de composición de 4,520 muestras de ingredientes analizadas en México.

CONCLUSIONES

EL SI_CIAAM es una herramienta escalable, porque hace posible la inclusión de aquellos metadatos (más tablas) que se consideren pertinentes; es flexible, porque puede adaptarse a través de los catálogos a la Nomenclatura recomendada por los expertos; y es actualizable, porque desde cualquier ordenador con internet el usuario ABC puede agregar la información generada día a día, en México, referente a la composición de los ingredientes que se emplean en la alimentación animal.

LITERATURA CITADA

Charrondiere U. R., Burlingame B., Berman S., Elmadfa I. 2011a. Guía para el estudio de composición de alimentos. Preguntas y ejercicios: claves. FAO, Roma, Italia. Vol 2. 302 p.

Charrondiere U. R., Burlingame B., Berman S., Elmadfa I. 2011b. Guía para el estudio de composición de alimentos. Preguntas y ejercicios. FAO, Roma, Italia. Vol 1. 223 p.

Díaz-Pérez M., De Liz-Contreras Y., Rivero-Amador S. 2009. Características de los sistemas de información que permiten la gestión oportuna de la información y el conocimiento institucional. ACIMED 20: 66-71.

Greenfield H., Southgate D.A.T. 2006. Datos de composición de alimentos. Obtención, gestión y utilización. B.A. Burlingame y U.R Charrondiere (Eds.) traducido al español por F. García-Álvarez. 2da. ed. FAO, Roma, Italia. 321 p.

Maroto-Molina F., Gómez-Cabrera A., Guerrero-Ginel J.E., Garrido-Varo A., Pérez-Marín D.C. 2011b. Nomenclátor de muestras de alimentos para animales y de sus principios nutritivos. Pastos 40: 5-32.



FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO DE *Saccharum* spp. COMO SUPLEMENTO PARA RUMIANTES

SOLID STATE FERMENTATION OF *Saccharum* spp. AS SUPPLEMENT FOR RUMINANTS

Ley de Coss, A.¹, Aguirre-Medina, J. F.^{1*}, Arce-Espino C.¹, Aranda-Arguello, R.², Gayón-Amaro, S.³, Pérez-Quiroz, H.⁴, Aguilar-Fuentes, J.⁵, Fierro-Martínez, M.⁵, Ferrero, P. V.⁶

¹Grupo de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrícolas Campus IV, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Costera y Estación Huehuetán S/N. Huehuetán, Chiapas, México.

²Estudiante de la Maestría en Ciencias de Producción Agropecuaria Tropical, UNACH. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo, Piedras Blancas S/N, Toluca, Estado de México. ⁴Facultad de Ciencias Químicas, UNACH, Carretera Puerto Madero km 1.5 Tapachula, Chiapas, México. ⁵Centro Mesoamericano de Estudios en Salud Pública y Desastres, UNACH. ⁶Universidad del Noroeste de Buenos Aires (UNNOBA) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina.

*Autor de correspondencia: juanf56@prodigy.net.mx

RESUMEN

La biotecnología permite transformar moléculas complejas (celulosa y hemicelulosa) o sin valor nutritivo (urea) a moléculas con valor nutricional para rumiantes, mediante el uso de técnicas de Fermentación en Estado Sólido (FES), con el fin de aumentar, con respecto a su valor sin procesar el contenido de FDN digestible, PC y PV con apoyo de enzimas, microorganismos (levaduras y bacterias) nativos e inoculado artificialmente durante la fermentación. Se relacionaron variables, tales como el precio de la caña (*Saccharum* spp.) para la industria en el Soconusco, Chiapas, México, además de la venta de toretes para engorda y leche bronca; reducción del hato ganadero (por cambio de uso de suelo), escases de pasturas, aumento en precio de granos, invasión de malezas resistentes, compactación de suelo, plagas en animales, y manejo nutrimental con dietas de baja calidad, con el fin de identificar una estrategia que permita aprovechar la caña de azúcar y mejorarla nutrimentalmente para rumiantes. Se observó una mejora en la cantidad de PC sintetizada a partir de urea adicionada a microsilos, sugiriendo que la FES es un proceso útil para la producción de enzimas y metabolitos, además de mejorar la calidad en la alimentación animal con bajo costo energético, dando un valor agregado en la producción de caña y atenuar bajo costo energético, dando un valor agregado en la producción de caña y atenuar la limitación de alimento en el estiaje.

Palabras clave: Ganadería tropical, Chiapas, fermentos, enzimas.

ABSTRACT

Biotechnology allows transforming complex molecules (cellulose and hemicellulose) or without nutritional value (urea) into molecules with nutritional value for ruminants, through the use of Solid State Fermentation (SSF) techniques, with the aim of increasing, with regards to their value without processing, the content of digestible NDF, RP and PV with help from enzymes, native microorganisms (yeasts and bacteria) and artificially inoculated during fermentation. Variables are related, such as the price of sugar cane (*Saccharum* spp.) for the industry in Soconusco, Chiapas, México, in addition to the sale of young bulls for fattening and raw milk; reduction of the livestock herd (due to change in land use), scarcity of pastures, grain price increase, invasion of resistant weeds, soil compacting, pests in animals, and nutritional management with low-quality diets, with the aim of identifying a strategy that allows using sugar cane and improving it in nutritional terms for ruminants. An improvement in the quality of RP synthesized from urea added to micro silos, suggesting that SSF is a useful process for the production of enzymes and metabolites, in addition to improving the quality of the animal diet with low energetic cost, giving an added value in cane production and alleviating the limitation of foods in the dry season.

Keywords: Tropical livestock production, Chiapas, ferments, enzymes.

INTRODUCCIÓN

En México, el sector pecuario demanda aproximadamente 20 millones de toneladas de granos forrajeros; de éstos, el 50% corresponden a maíz amarillo (*Zea mays* L.) y el 40% a sorgo (*Sorghum* sp.); los cuales son importados hasta en 60% del volumen requerido. El incremento en el precio de los granos repercute en la industria ganadera debido a la utilización de éstos en la alimentación de los animales, siendo los sistemas de producción intensivo y semi-intensivo los más afectados. En el 2006, el precio internacional del maíz era de 87.6 USD t, para enero del 2008 a 194.32 USD, registrando un incremento cercano al 122%, y el Banco Mundial, estima que los precios se mantendrán al alza. La naturaleza química de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) se caracteriza por el contenido de carbohidratos solubles (Sacarosa) y estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina y nitrógeno ligado); componentes principales de la fibra detergente neutro (FDN). Es importante considerar el bajo porcentaje de materia seca (MS) de la caña en comparación con los cereales, aunque existe una superioridad en el rendimiento de la caña y por ello, hace que el contenido elevado de agua no sea una limitante para ser incluido en la alimentación animal. El silo de caña posee deficiencias nutricionales, corregibles mediante la adición de nitrógeno no proteico (urea), subproductos agroindustriales, aditivos microbianos o mezclas minerales (Monroy *et al.*, 2006; Aranda *et al.*, 2012), por lo que, se ha investigado el efecto de los procesos fermentativos en mejoramiento del contenido proteico, debido a que se ha reportado que la fermentación bajo condiciones aerobias mejora el valor nutritivo de los productos agrícolas representando nuevas opciones para la alimentación animal (Aran-

da *et al.*, 2003). Estudios recientes han demostrado que los procesos de fermentación en estado sólido (FES) mejoran el perfil proteico, relación entre proteína cruda (PC) y proteína verdadera (PV). Peláez *et al.* (2008; 2011) reportaron valores de PC superiores al testigo tras someter a la caña a dos procesos fermentativos consecutivos en presencia de un hongo lignolítico. La FES con bajo contenido de humedad (menor a 12%) y bajo un estado no aséptico y natural (Robinson *et al.*, 2002); ha sido útil para producir diferentes productos (enzimas), combustibles y alimentos para animales (GumbinaSaid, 1996; en Robinson *et al.*, 2002). En las regiones subtropical y tropical húmeda, la escasez de alimentos (forrajes) en las épocas de sequía y de inundaciones hacen necesario hacer la conservación de alimento que garantice el aporte energético y proteico para los animales y con ello mantener la producción (Monroy *et al.*, 2006; Aranda *et al.*, 2012). Por ello, el objetivo de este trabajo de investigación fue estudiar el efecto de la FES bajo dos condiciones ambientales, inoculadas con una cepa de Bacteria ácido lactica (BAL) y la adición de NNP sobre la calidad de la caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal (*Saccharum* spp.) se obtuvo en el ejido Plan de Ayala, Huehuetán, Chiapas, México, ubicado a (15° 01' 18.09" N y 92°22' 10.22" O) a una altitud de 127 m.

Las pruebas *in vitro* de FES se llevaron a cabo en el Laboratorio de Biotecnología Animal de la Facultad de Ciencias Agrícolas, mientras que la determinación de PC fue procesada en el Laboratorio

de Bromatología en la Facultad de Ciencias Químicas ambas del Campus IV de la Universidad Autónoma de Chiapas, Chiapas, México.

Procesado de material vegetal y tratamientos

La caña de azúcar integral (tallos, hojas y cogollos) de 300 d de desarrollo (por el mayor contenido de azúcares) se procesó en fresco en un molino tipo Willey (Eléctrico ED-5, Tomas-Willey Mill, EUA) con criba de 2.54 cm, se obtuvo una partícula de 0.5 cm de largo por 0.1 cm de ancho en promedio. Para el ensilaje se utilizó el modelo de micro silos de plástico negro a los que se incorporó 5 kg de caña de azúcar integral molida (CAIM) más 2% de urea, con o sin inocular la bacteria ácido láctica (BAL; *Pediococcus acidilactici*, Lindner) con flujo de oxígeno (O₂) o bióxido de carbono (CO₂), la placa tuvo un espesor de 20 cm sin compactación.

Conteo de carga bacteriana

La concentración bacteriana fue estimada usando el método del número más probable (NMP, Figura 5) según la técnica descrita por Harrigan y McCance (1979), con tres repeticiones por tubo de cultivo (13×100 mm, PIREX®, México) con 4.5 mL de medio de cultivo para bacterias totales (BT) con: 0.06 g de D-(+)-glucosa+0.06 g D-celobiosa+0.06 g de almidón, 30 mL de FR clarificado, 5.0 mL de solución mineral I (6 g K₂HPO₄ en 1000 mL de H₂O), 5.0 mL de solución mineral II [6 g KH₂PO₄+6 g (NH₄)₂SO₄+12 g NaCl+2.45 g MgSO₄+1.6 g CaCl₂·H₂O en 1000 mL de H₂O], 2.0 mL de solución al 8% de Na₂CO₃, 2 mL de solución sulfido-cisteína (2.5 g L-cisteína en 15 mL de 2N NaOH+2.5 g Na₂S·9H₂O aforado en 100 mL de H₂O), 0.2 g de tripticasa peptona y 0.1 mL de solución al 0.1 % de resazurina. Mientras que para las bacterias celulíticas (BC) se utilizó el mismo medio con 0.5 g de celulosa cristalina, como única fuente de energía, según la técnica reportada por Ley de Coss *et al.* (2013). La concentración de BAL se determinó en medio de cultivo MRS de acuerdo con De Man *et al.* (1960). El pH se ajustó a 6.4±0.02 con HCl 0.1 N y se midió con un potenciómetro (Orion A250, Orion Research, Inc. USA). Los medios fueron esterilizados durante 15 min a 121 °C y 15 psi, y se depositaron 4.5 mL de medio en tubos de cultivo; los medios estériles se inocularon con 0.5 mL de un extracto obtenido de la mezcla de 5 g de ensilado de los tratamientos (en cada periodo de fermentación)+5 mL de agua estéril. Después de agre-



Figura 1. Localización de la parcela donde se obtuvo la caña de azúcar integral (*Saccharum* spp.).

gar el inoculo, los tubos se mantuvieron 24 h a 38 °C para BT y BAL y 10 días para BC, los medios positivos fueron aquellos que presentaron turbidez.

Análisis de proteína cruda

Se tomaron 10 g de muestras que fueron secadas a 60 °C, para determinar el contenido de PC, posteriormente las muestras fueron procesadas por digestión según el método micro-Kjeldahl, multiplicando el nitrógeno total de la muestra por el factor de conversión 6.25 según Lynch y Barbano (1999).

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2×2 (2 niveles para indicar fermentación en presencia de O₂ o de CO₂, respectivamente, y 2 niveles para adición o no de *P. acidilactici*) con tres repeticiones por tratamiento. Los datos del conteo bacteriano fueron analizados mediante la prueba de Kruskal-Wallis con datos de rangos independientes (Wilcoxon), la PC y el pH fueron analizadas mediante un procedimiento multifactorial con el procedimiento GLM utilizando el paquete estadístico de SAS, bajo el método de comparación múltiple de Tukey (P≤0.05) (SAS, 2009).

Cuadro 1. Identificación de los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Descripción
1A	CAIM con <i>P. acidilactici</i> y condiciones aerobias (flujo de O ₂)
1B	CAIM con <i>P. acidilactici</i> y condiciones anaerobias (flujo de CO ₂)
2A	CAIM sin <i>P. acidilactici</i> y condiciones aerobias (flujo de O ₂)
2B	CAIM sin <i>P. acidilactici</i> y condiciones anaerobias (flujo de CO ₂)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de proteína cruda y pH

Al inicio hubo reducción en el pH en los tratamientos bajo flujo CO₂, este efecto fue independientemente de la presencia de *P. acidilactici* en el medio; mientras que con flujo O₂ los valores de pH fueron superiores, lo que indica un efecto sobre la FES de la caña, los metabolitos producidos y en la estabilidad del pH. Por ello, en los tratamientos 1A y 2A las condiciones permitieron mantener un pH por arriba del neutro, sin daño al producto, tanto en la calidad nutritiva (PC), ni organoléptica. En el contenido de PC hubo mejoras en todos los tratamientos (Cuadro 2), pero fue superior desde las 24 h en el tratamiento 2B; únicamente, a las 48 h, los tratamientos con *P. acidilactici*, con y sin O₂ fueron similares con el 2B; posteriormente se redujo el contenido de PC, posiblemente por un catabolismo de la proteína por acción de enzima bacterianas presentes en el medio, aunque el

nivel de PC de estos tratamientos (1A y 1B) son aceptables para la alimentación de rumiantes.

Estos resultados implican que la existencia de bacterias y levaduras nativas en la caña permite la síntesis de proteína microbiana a partir de urea. Lo que permitió que el contenido de PC en el ensilado de caña, superara al de la caña sola (4%). Inocular con *P. acidilactici* no mejoro el contenido de PC en los tratamientos en comparación con los no inoculados, aunque a las 48 h hubo mayor contenido de PC en todos los tratamientos (condiciones con O₂ y CO₂) pero esta cantidad se redujo, con excepción tratamiento 2B, al finalizar el periodo de incubación (72 h) efecto posiblemente causado por la acción de enzimas (ureasas microbianas) con la formación de amoniaco y liberado al medio ambiente.

Respecto a los niveles de proteína, diversos trabajos de investigación concluyen que es indispensable buscar una síntesis microbiana que permita valores máximos de PV superiores a 49.5% (PV:PC), y que de alguna manera inocular microorganismos como levaduras y bacterias contribuyeron a lograr esos valores (Valdivie et al., 1997; Cárdenas et al., 2008). Monroy et al. (2006) reportaron valores de entre 13.72 a 15.18% de PC y de 8.89 a 11.61% de PV cuando a la caña de azúcar se le adicione melaza y pulida de arroz (*Oryza sativa* L.); y valores de 14.57 % de PC y 9.56 % de PV a 70 días de conservación; obteniendo los mayores valores promedio a 20 días de conservación con 15.34 y 10.94% de PC y PV respectivamente, y que son valores similares a los encontrados en este trabajo, únicamente que los valores de PC fueron similares a los tratamientos bajo anaerobiosis. Lo que ugiere que a mayores días de conservación y/o fermentación, mayor pérdida de PV en forma de amoniaco y mayor concentración de ácido láctico. Se reporta que valores

más bajo de pH ayudan a mayor retención de PC, y mayor fermentación de los azúcares permite la formación de mayor cantidad de PV (Ramos, 2006).

Los valores de pH arriba del neutro en este trabajo permanecieron así durante todo el tiempo de fermentados en presencia de O₂ (1A y 2A), no así donde hubo flujo de CO₂ cuyos valores fueron ácidos, lo cual asegura un proceso de ensilado de buena calidad. Aranda et al. (2012) atribuyen dicho fenómeno a un proceso de volatilización del nitrógeno no proteico (NNP) durante el proceso de fermentación, lo que se correlaciona directamente con la menor cantidad de proteína detectada en estos tratamientos. Estos mismos autores evaluaron distintos parámetros bromatológicos de FES de caña de azúcar adicionado con urea, sulfato de amonio, Vita-fert® y zeolita mexicana, reportando mayor cantidad de proteína desde las 24 h que en aquellos tratamientos que no fueron fermentados, con una reducción en el contenido de PC en las horas siguientes (Aranda et al., 2012), al igual que en el tratamiento 1A y 2A de este trabajo.

Cuadro 1. Valores de pH y concentración de proteína cruda en los tratamientos.

Tratamientos	Tiempo de fermentación (h)		
	24	48	72
	pH		
1A	7.32ab	8.60a	8.46a
1B	6.70b	6.10b	5.48c
2A	8.51a	8.58a	6.75b
2B	4.91c	4.20c	4.17d
EE±	0.56	0.58	0.25
	Proteína Cruda (%)		
1A	13.15b	24.16a	13.10b
1B	14.43b	19.11b	15.75b
2A	22.82a	14.45b	14.23b
2B	21.51a	26.31a	22.75a
EE±	1.69	2.25	1.58

a, b, c, d Medias con distinta letra en una columna son diferentes ($p \leq 0.05$); E.E.M: error estándar de la media. 1A: Caña de azúcar + *P. acidilactici* + O₂; 1B: Caña de azúcar + *P. acidilactici* + CO₂; 2A: Caña de azúcar sin *P. acidilactici* + O₂; 2B: Caña de azúcar sin *P. acidilactici* + CO₂.

Conteo bacteriano

Aunque al inicio de la fermentación hubo diferencia ($P < 0.05$) en la concentración de BAL entre tratamientos, este grupo de bacterias creció en todos los tratamientos hasta una cantidad similar en un periodo de 48 h, lo que indica que hay la presencia de grupos nativos de BAL en la caña de azúcar; sin embargo, al finalizar tiempo de fermentación (72 h) únicamente el tratamiento 1A fue el que tuvo la mayor cantidad ($P < 0.05$) con el resto de tratamientos, aunque sin diferencia ($P > 0.05$) entre ellos. Pero, además, en estos tratamientos se presentó la mayor reducción en el pH en comparación con el 1A, lo que implicaría que la cepa de *P. acidilactici* se adapta a medios con flujo de O_2 , pero no con flujo de CO_2 , pero también indican que existen cepas bacterianas nativas de BAL anaerobias facultativas que a las 48 h tuvieron una población similar al tratamiento inoculado con la cepa aislada en el laboratorio con concentraciones superiores a 10^8 células g^{-1} de MS.

Se ha recomendado que la circulación de oxígeno en la FES facilita mayor y mejor crecimiento de los microorganismos aerobios, permitiendo mayor producción de metabolitos (Robinson *et al.*, 2002), además la menor cantidad de agua en la FES permite un mejor manejo de los productos finales, lo que involucra mejor gasto de energía, lo cual permite el manejo en proceso para la fabricación de alimentos para los animales en cortos periodos de tiempo.

En la concentración de BC no hubo diferencia ($P > 0.05$) entre tratamientos a las 24 y 48 h; sin embargo, la concentración se fue reduciendo ($P < 0.05$) en los tratamientos donde hubo flujo de CO_2 con 10^7 bacterias g^{-1} de MS,

contra 10^8 bacterias g^{-1} de MS de los tratamientos con flujo de O_2 . Por el número de células registradas en los tratamientos, se infiere que independientemente del inoculo, las BC tienen buen crecimiento en el ensilado de caña de azúcar adicionada con NNP; aunque los tratamientos donde se reportó el pH más bajo las poblaciones fueron menores, lo cual es normal, en comparación donde el pH registró valores de 5.76.

Respecto a la concentración de BT a las 24 h, todos los tratamientos, excepto el 1A, donde a 48 h fue menor ($P < 0.05$) al resto; y a 72 h, la concentración menor la registró el tratamiento 1B (ambos inoculados con *P. acidilactici*). Sin embargo, la menor concentración estuvo en el orden de las 7.33×10^{11} células g^{-1} de MS, mientras que la mayor fue de 2.10×10^{12} células g^{-1} de MS lo que indica que las cepas nativas y las inoculadas, de la caña de azúcar, tienen excelente crecimiento bajo las condiciones de cultivo establecidas en este trabajo. La población de BT de alrededor de 10^{12} células g^{-1} de MS fue lo que posiblemente permitió el aumento en los niveles de PC resultante en todos los tratamientos

y, posiblemente, también de su pérdida en forma de amoníaco en algunos tratamientos.

Cuadro 2. Concentración de los diferentes tipos de bacterias en los tratamientos.

Tratamientos	Tiempo de fermentación (h)		
	24	48	72
Bacterias ácido lácticas ($\times 10^6$)			
1A	110a	150a	350a
1B	200a	110a	70b
2A	75b	150a	95b
2B	30b	600a	70b
EEM	84	160	33
Bacterias Celulolíticas ($\times 10^6$)			
1A	150000a	350a	140a
1B	350000a	700a	2b
2A	140000a	150a	280a
2B	390000a	200a	28b
EEM	120000	340	60
Bacterias totales ($\times 10^9$)			
1A	312a	74b	2100a
1B	937a	146a	733b
2A	579a	333a	1000a
2B	491a	237a	2100a
EEM	198	88	444

a, b, c Medias con distinta letra en una columna son diferentes ($p \leq 0.05$); E.E.M: error estándar de la media. 1A: Caña de azúcar + *P. acidilactici* + O_2 ; 1B: Caña de azúcar + *P. acidilactici* + CO_2 ; 2A: Caña de azúcar sin *P. acidilactici* + O_2 ; 2B: Caña de azúcar sin *P. acidilactici* + CO_2 .

CONCLUSIONES

El empleo de técnicas de conservación de forraje (ensilado) como la FES de la caña de azúcar es una alternativa para la alimentación de rumiantes en temporada de secas. Este proceso de fermentación mejoró el contenido de proteína cruda, siendo aun mayor cuando hubo flujo de CO_2 , aunque se sugiere realizar estudios de digestibilidad *in vitro* y degradabilidad del producto final para determinar la cantidad y la calidad de la proteína verdadera generada en dicho proceso, así como la degra-

dabilidad de la fibra cruda resultante. El pH ácido es un indicador muy importante en la evaluación de la calidad de los ensilados, no solo porque genera ambientes no propicios para el crecimiento de bacterias patógenas, sino porque se está estrechamente relacionado a un alto contenido de proteína debido a la formación de ácidos orgánicos a partir del nitrógeno no proteico (NNP). Los diferentes grupos bacterianos (BAL, BC y BT) presentaron un buen crecimiento en todas las condiciones de cultivo, lo que indica que no es necesario inocular cepas de BAL aisladas artificialmente para mejorar la calidad nutritiva y organoléptica del ensilado de caña de azúcar integral.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT por el financiamiento del proyecto intitulado "Estimación e impacto ambiental de la captura de carbono en plantaciones de palma de aceite (*Elaeis guineensis*, Jacq) en el estado de Chiapas" dentro de la convocatoria de Proyectos de Desarrollo Científico para Atender Problemas Nacionales (PDCPN2013-01). Al Laboratorio "G" de Bromatología de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chiapas por su valiosa colaboración en la ejecución de los análisis bromatológicos.

LITERATURA CITADA

- Aranda E., Georgana L., Ramos J., Salgado S. 2012. Elaboración de un alimento basado en caña de azúcar a partir de la fermentación en estado sólido y con diferentes niveles de zeolitas. Online. Consultado el 12 de julio de 2014.
- Aranda E., Ramos J.A., Mendoza G. 2003. Caña de azúcar en la alimentación de bovinos Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa. Tabasco, México. pp. 1-22.
- Cárdenas J.R., Aranda E.M., Hernández D., Lagunes L.C., Ramo J.A., Salgado S. 2008. Obtención de un alimento fermentado en estado sólido a partir del bagacillo de retorno, pulido de arroz inóculos. Su utilización en la alimentación animal. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 42 (2): 173-176.
- De Man J.C., Rogosa M., Sharpe M.E. 1960. A medium for the cultivation of lactobacilli. J. Appl. Bacteriol. 23:130-135.
- Harrigan W.F., Mc Cance E.M. 1979. Métodos de laboratorio en microbiología de alimentos y productos lácteos. Ed. Academia. León, España. pp. 361-366.
- Ley de Coss A., Arce-Espino C., Cobos-Peralta M., Hernández-Sánchez D., Pinto-Ruiz R. 2013. Estudio comparativo entre la cepa de *Pediococcus acidilactici* aislada del rumen de borregos y un consorcio de bacteria ruminales. Agrociencia 47: 567-578.
- Lynch J., Barbano D. 1999. Kjeldhal Nitrogen Analysis as a Reference Method for Protein Determination in Dairy Products. Journal of AOAC International. 82 (6)
- Monroy J.M., Aranda E., Mendoza G., Ramos J.A., Herrera J., Cobos M., Izquierdo F. 2006. Elaboración y conservación de Saccharina a partir de caña de azúcar integral, con la adición de melaza y pulidura de arroz. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 40(2):167-172.
- Peláez A.A., Meneses M., Miranda R., Megías R., Barcena G., Loera O. 2008. Ventajas de la fermentación sólida con *Pleurotus sapidus* en ensilajes de caña de azúcar. Archivos de zootecnia. 57 (217): 26.
- Peláez A., Meneses M., Miranda R., Ayala M. Crosby G., Loera C., Megías R. 2011. Enzimas Fibrolíticas producidas por fermentación en estado sólido para mejorar los ensilajes de caña de azúcar. Agrociencia, 45(1):001-012.
- Ramos J.A., Elías A., Herrera F. 2006. Procesos para la producción de un alimento energético - proteico para animales. Efecto de cuatro fuentes energéticas en la fermentación en estado sólido (FES) de la caña de azúcar. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 40 (1): 51-58.
- Robinson T., Singh D., Nigam P. 2002. Fermentación en estado sólido: una tecnología microbiana promisoría para la producción de metabolitos secundarios. Vitae. 9 (2). 27-36.
- SAS. Institute Inc. 2009. Statistical Analysis System, SAS, User's Guide: SAS Inst., Cary, NC.
- Valdivie M., González L. M., Elías A. 1997. Nuevos tipos de Saccharinas para aves. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 31:231.



Reconoce JM Carreras aporte del Colegio de Postgraduados a las ciencias agrícolas

EOS Noticias San Luis Potosí

Al celebrar el 38 aniversario del Colegio de Postgraduados, campus San Luis Potosí, y la gran trayectoria del investigador Benjamín Figueroa Sandoval, el Gobernador del Estado Juan Manuel Carreras López, reconoció su aporte al vincular la enseñanza y la investigación para ponerlas al servicio de nuestro país, con la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo y manejo sustentable de los recursos naturales.

Tras una emotiva ceremonia de reconocimiento al trabajo de Figueroa Sandoval, en la sede de este instituto, el mandatario potosino develó la placa conmemorativa del auditorio que lleva el nombre del investigador y recordó que esta institución inició operaciones en junio de 1980, al ser una extensión de la Escuela Nacional de Agricultura para la formación en estudios de postgrado.

El titular del Ejecutivo estatal destacó que los objetivos del Colegio de Postgraduados (antes Centro Regional para el Estudio de Zonas Áridas y Semiáridas), están enfocados en educar y formar personas creativas, innovadoras y con sentido humanista que atiendan las necesidades agroalimentarias de la sociedad en un contexto de desarrollo sustentable.

Indicó que contribuye en el desarrollo integral de los profesionales, mediante el desarrollo de capacidades para generar conocimiento y actitudes que estimulen la investigación y la innovación científica y tecnológica, para atender las necesidades agroalimentarias de la sociedad y el bienestar de ésta en un contexto de desarrollo integral.

En su participación Benjamín Figueroa Sandoval indicó que la visión de este instituto es contar con procesos administrativos certificados que apoyen en forma eficaz y eficiente a las actividades sustantivas de la institución.

Agradeció el respaldo del mandatario estatal para consolidar la vinculación entre la academia con el sector productivo, el cual está vinculado en fomentar la agricultura con proyectos de importante alcance social.

Víctor Manuel Ruiz Vera, Director del Colegio de Postgraduados; explicó que esta institu-

ción ha recibido distintivos y reconocimientos tanto nacionales e internacionales, por el trabajo que realizan sus investigadores y alumnos, además de registrar patentes en procedimientos para la exportación y mecanización de productos agrícolas, entre otras.

Benjamín Figueroa Sandoval es egresado de la Universidad Chapingo, realizó su postgrado en Australia enfocada principalmente en mejorar la producción de suelos, su experiencia profesional ha sido amplia, en especial trabajando en la solución de problemas del manejo de suelos con una orientación sostenible.

El uso de modelos de predicción de erosión hídrica y eólica, la formación de grupos multidisciplinarios con el enfoque de sistemas agrícolas, el diseño e implementación de programas sobre transferencia de tecnología, incluyendo la formación de alianzas y el uso de las clínicas de diagnóstico y en la implementación de proyectos a nivel de pequeños predios para mecanización con tracción humana, animal y mecánica, así como la utilización de la hidroponía a nivel de fincas pequeñas en la zonas semiáridas. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I desde 1992

Estuvieron presentes Jaime Robledo Martínez, Presidente Municipal Interino de Salinas; Alejandro Alarcón, Director de Educación del Colegio de Postgraduados y representante del Doctor Jesús Moncada de la Fuente, Director General del Colegio de Postgraduados y Víctor Manuel Ruiz Vera, Director del Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí.



Dr. Benjamín Figueroa Sandoval y el Gobernador del Estado Juan Manuel Carreras López.



**COLEGIO DE
POSTGRADUADOS**
CAMPUS CÓRDOBA

INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA SUSTENTABLE

PROGRAMA DE MAETRÍA 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
www.colpos.mx

📘 Colegio de Postgraduados Campus Córdoba
📌 Maestría en Ciencias en Innovación Agroalimentaria Sustentable
✉ mcinnovaciones@colpos.mx
📍 Colegio de Postgraduados / Campus Córdoba
km 348 / Carr. Federal Córdoba-Veracruz
Amatlán de Los Reyes, Ver. / CP 94946

CURSO INTERNACIONAL

AUTOMATIZACIÓN Y USO DE **BIORREACTORES** PARA LA **MICROPROPAGACIÓN COMERCIAL DE PLANTAS**

Embriogénesis somática: desafíos y oportunidades

DEL 11 AL 14 DE SEPTIEMBRE DE 2018

DURACIÓN: 30 horas • TIPO: Teórico-Práctico

**SEDE:
Colegio de Postgraduados | Campus Córdoba**

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



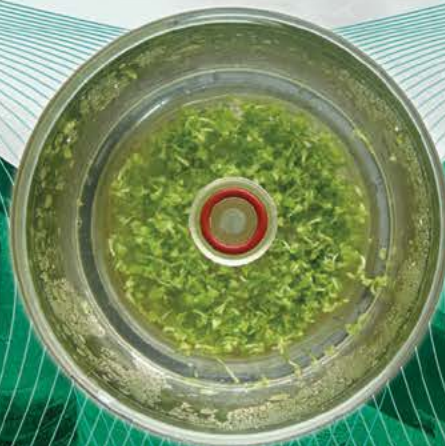
INFORMES:

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

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

Correo: cursobiorreactores@gmail.com

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



Laboratorio de Cultivo
de Tejidos Vegetales

1ª. CONFERENCIA NACIONAL SOBRE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE FAUNA SILVESTRE

ANFIBIOS / REPTILES / AVES / MAMÍFEROS
AMENAZAS Y OPORTUNIDADES PARA LA BIODIVERSIDAD

Encuentro de Profesionistas, Manejadores,
Estudiantes y Público en General interesados en
el Manejo y Conservación de la Fauna Silvestre

**13-16
noviembre
de 2018**

Centro de Convenciones
San Luis Potosí

Unidad de Posgrados e
investigación
Universidad
Autónoma de
San Luis Potosí

INFORMES:

<http://www.conferenciafaunasilvestre.com>
informacion@conferenciafaunasilvestre.com



COMITÉ EJECUTIVO

Dr. Luis Antonio Tarango Arámbula - Presidente
(Colegio de Postgraduados, Campus SLP)

Dr. Raúl Valdez - Vicepresidente
(New Mexico State University)
Dr. César Posadas Leal - Secretario
(Universidad Autónoma de San Luis Potosí)



1ra FERIA INTERNACIONAL DEL MAÍZ GUANAJUATO 2018

9 y 10 de agosto
Inforum Irapuato



CONFERENCIAS



PRODUCTOS HECHOS DE MAÍZ



INSUMOS Y MAQUINARIA



TALLERES DE VALOR AGREGADO



AGROINDUSTRIA

#DelMaízVieneMiRaíz

EVENTO GRATUITO

Mayores Informes:

Ing. Arturo García García
462 107 2595 / 462 660 3601
contacto@feriadelmaizgto.mx

ESTADO INVITADO
MICHOCÁN



@feriadelmaizgto

PAÍS INVITADO
BRASIL

PATROCINADORES OFICIALES



UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO



Boletos sin costo en: www.feriadelmaizgto.mx