

ABANICO VET 6(2) MAYO-AGOSTO 2016 ISSN 2448-6132



Incluye animales acuáticos



Fotografías proporcionadas por el Ing. Ricardo Mena Baduy, UMA Gondwana, Yucatán.

Indizada en IMBIOMED, MEDIGRAPHIC, DIALNET, EBSCO- Fuente Académica Plus, e-REVISTAS, HEVILA, CENGAGE-*Informe académico*, PERIODICA, LATINDEX, REDIB, REVIVEC.

**Incluida en
Google académico, CONRICYT-CONACYT**



El **Congreso Virtual Abanico Veterinario** tiene como objetivo publicar en VIDEOS los artículos aceptados o publicados en la revista **ABANICO VETERINARIO** y/o en el **CONGRESO INTERNACIONAL ABANICO VETERINARIO** sin costo; sin embargo, podrán publicarse cualquier video que cubra los criterios de arbitraje. Donde el lector y/o investigador y autor-res podrán interactuar, al contestar las dudas, cuestionamientos y comentarios; así también será un foro para contactar de forma directa y pública a los autores del trabajo en cuestión.

<https://www.facebook.com/Congreso-Virtual-Abanico-Veterinario-1800503060182071/>

Los investigadores que publican sus videos podrán publicar sus líneas de investigación, equipos, redes, posgrados, cuerpos académicos para una mayor eficiencia en la investigación.

Los Criterios de Arbitraje de los videos incluyen si cuenta con Título, Autores y datos de su Institución, Introducción, Desarrollo del tema, Conclusión, Ética y Bienestar animal, Calidad de imagen, Legibilidad de los textos, Calidad sonora, Despierta interés, y finalmente un Resumen.



El **Congreso Virtual Abanico Veterinario** publica artículos de investigaciones, estudios de casos, desarrollos tecnológicos, casos clínicos, políticas de educación y revisiones de literatura realizados en México y de cualquier parte del mundo, sobre la siguiente temática: animal, veterinaria, medicina veterinaria, zootecnia, pecuaria, producción animal, animales silvestres, animales acuáticos.

Los archivos serán enviados al correo abanicoveterinario@gmail.com. Los autores enviarán un Carta cediendo los derechos a Sergio Martínez González (formato abajo).

Costo por publicación: \$500.00 pesos mexicanos, que serán depositados una vez aceptado el video, a la Cuenta Bancaria de Bancomer 1473789969 a Nombre de Fabiola Orozco Ramírez y enviar depósito escaneado al correo abanicoveterinario@gmail.com. Se extiende Constancia de Ponente e incluye a máximo seis autores. Coordinador del Congreso Virtual Abanico Veterinario Dr Sergio Martínez González.

CONGRESO INTERNACIONAL ABANICO VETERINARIO Es el congreso internacional de las ciencias veterinarias y zootécnicas (incluye animales acuáticos). Fecha: 22 y 24 de Marzo 2017. Lugar: Auditorio de SAGARPA, Av Insurgentes 1050, Los Fresnos Oriente, Cd del Valle, 63157 Tepic Nayarit. Fecha para enviar archivos: 01 Septiembre 2016 al 30 de Diciembre 2016. Horas crédito: 22 horas.

<https://www.facebook.com/events/636116756538524/>

ABANICO VETERINARIO

Es la revista internacional de las ciencias veterinarias y zootécnicas, arbitrada por pares, de acceso abierto, presente en index, repositorios y directorios para una mayor visibilidad e incremento de citas; cuenta ISSN para formato impreso 2007-428X, y para formato internet web 2448-6132 y DOI. Página web <http://sisupe.org/revistasabanico/>. Su objetivo es publicar artículos originales, estudios de casos, desarrollos tecnológicos, casos clínicos, políticas de educación y revisiones de literatura realizados en México y de cualquier parte del mundo. Difunde información científica y tecnológica con la siguiente temática: animal, veterinaria, medicina veterinaria, zootecnia, pecuaria, producción animal, animales silvestres, animales acuáticos.

La revista es cuatrimestral y se publica en enero-abril, mayo-agosto y septiembre-diciembre. Es editada por el Dr. Sergio Martínez González. Se editan y distribuyen 100 ejemplares impresos en Tezontle 171 Pedregal de San Juan, Tepic Nayarit México C.P. 63164 Teléfono 01 311 1221626.

**© Copyright
SERGIO MARTINEZ GONZALEZ**

COMITÉ ADMINISTRATIVO

Dirección

Sergio Martínez González

Subdirección de Producción

Pavel Valdez Balbuena

Subdirección de Arbitraje

Enrique Estrada García

Subdirección de Mercadotecnia

Sergio A Martínez Orozco

Subdirección Financiera

Fabiola Orozco Ramírez

COMITÉ EDITORIAL

Adrián Zaragoza Bastida

División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Carlos A Carmona Gasca

Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nayarit. México.

Benito Ramírez Valverde

Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. México.

Francisco Escalera Valente

Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit. México.

Francisco Javier Peña Jiménez

Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

Sergio Martínez González

Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit. México.

Sigfredo FM Torres Sandoval

Supervisión Escolar Zona 227 SEP-Jalisco. México.

Socorro M Salgado Moreno

Escuela Especial de inglés Kipling. Nayarit, México.

COMITÉ DE ARBITRAJE

ADELA BIDOT FERNÁNDEZ

Centro de Investigación para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical. La Habana, Cuba

ADRIÁN ZARAGOZA BASTIDA

División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

ALBERTO TAYLOR PRECIADO

Centro Universitario de Los Altos. Universidad de Guadalajara. México.

AMANDA CONSUELO DÍAZ MORENO

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia.

ÁNGEL CARMELO SIERRA VÁSQUEZ

División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán. México.

ANGELA BORROTO PÉREZ

Centro de Investigaciones en Bioalimentos. Ciego de Ávila, Cuba.

BENITO RAMÍREZ VALVERDE

Colegio de Postgraduados Campus Puebla. México.

CARLOS A CARMONA GASCA

Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nayarit. México.

ESAU JARAMILLO LÓPEZ

Departamento de Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México.

ESPERANZA HERRERA TORRES

Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. México.

FIDEL AVILA RAMOS

Medicina Veterinaria y Zootecnia, División de Ciencias de la Vida. Universidad de Guanajuato. México.

FRANCISCO JAVIER PEÑA JIMÉNEZ

Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

GIANNI BIANCHI OLASCOAGA

Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Estación Experimental Dr. M.A. Cassinoni. Uruguay.

HÉCTOR SUÁREZ MAHECHA

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia.

JORGE LUIS TÓRTORA PÉREZ

Universidad Nacional Autónoma De México - Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. México.

JOSÉ LENIN LOYA OLGUIN

Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit. México.

NALLELY RIVERO PÉREZ

Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

OSCAR AGUSTÍN VILLARREAL ESPINO-BARROS

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.

OMAR FRANCISCO PRADO REBOLLEDO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima. México.

RAFAEL MARTÍNEZ GARCÍA

División académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

ULISES MACÍAS CRUZ

Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. México.

Interesados en formar parte del Cuerpo de Arbitraje enviar solicitud por escrito en formato libre a abanicoveterinario@gmail.com. Llenar y anexar Formato de información para árbitros. Es requisito contar con Doctorado y buena Producción Científica.

ABANICO VETERINARIO 6(2) 2016
CONTENIDO

Cintillo Legal 7

Editorial 8

Indicaciones para los autores 9

Indizada en 11

Suscripciones y pagos por publicación 12

ARTÍCULOS ORIGINALES

Sex allocation of *Odocoileus virginianus* by analysis of excreta subjected to outdoor 13
Asignación del sexo en *Odocoileus virginianus* por análisis de excretas sometidas a intemperie

Montes-Pérez Rubén, Montes-Cruz Fausto, Góngora-Chan Cristina, López-Cobá Ermilo, Magaña-Monforte Juan, Segura-Correa José

Serum progesterone concentrations at the insemination time and pregnancy rate in dairy cows 22
Concentraciones séricas de progesterona al momento de la inseminación y tasa de gestación en vacas lecheras

Moreno-Oliva Patricia, Montaldo-Valdenegro Hugo, García-Ortiz Carlos, Hernández-Cerón Joel

Presence of *Varroa destructor*, *Nosema apis*, and *Acarapis woodi*, in honey bee (*Apis mellifera*) of the east region in the State of Mexico 30
Presencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en abejas (*Apis mellifera*) de la región oriente del Estado de México

Martínez-Cesáreo Marcelino, Rosas-Córdoba José, Prieto-Merlos Daniel, Carmona-Gasca Alfredo, Peña-Parra Bladimir, Ávila-Ramos Fidel

Sustainability evaluation of two system production sheep in Yucatán, México 39
Evaluación de la sustentabilidad de dos unidades de producción ovina en Yucatán, México

Montes-Pérez Rubén, Ceballos-Mendoza Alejandra, Novelo-Chi Lucelmi, Palma-Ávila Israel, Magaña-Monforte Juan, Sierra-Vásquez Ángel

Economic analysis of the dairy cattle production systems in Zacatecas State, México 54
Análisis económico de los sistemas de producción bovino lechero en el estado de Zacatecas, México

Ríos-Flores Luis, Torres-Moreno Miriam, Cantú-Brito Enrique, Torres-Moreno Antonio, Navarrete-Molina Cayetano

CINTILLO LEGAL

Abanico Veterinario, Año 6, Volumen 6, No. 2, Mayo-Agosto 2016, Publicación cuatrimestral editada por Sergio Martínez González, Calle Tezontle 171, Colonia El Pedregal, Tepic, Nayarit, México, C.P. 63164, Tel 01 311 1221626, abanicoveterinario@gmail.com.

Editor responsable: Sergio Martínez González. Cuenta para formato internet web ISSN 2448-6132 y reserva de derechos al uso exclusivo y 04-2016-030212451700-203 respectivamente, gestionados en el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Sergio A Martínez Orozco, Libramiento 2180, Col. Moctezuma, Tepic, Nayarit, México, C.P. 63180, fecha de la última modificación, 29 de Agosto de 2016.

El contenido de los artículos publicados es responsabilidad de los autores y han sido cedidos por los autores para su reproducción editorial. Los artículos publicados en la revista Abanico Veterinario son de copia gratuita siempre y cuando sean utilizados con fines académicos y de uso personal; la utilización y reproducción por cualquier medio con fines diferentes a los indicados anteriormente deberá ser solicitada para su aprobación del Editor en Jefe.

EDITORIAL

Estimados lectores y autores ABANICO VETERINARIO sigue evolucionando y ya se cuenta con el ISSN para formato web es 2448-6132 y con el DOI; además todos los artículos serán traducidos al inglés o al español sin costo adicional.

También se ha iniciado el **Congreso Virtual Abanico Veterinario** que tiene como objetivo publicar en VIDEOS los artículos aceptados o publicados en la revista ABANICO VETERINARIO y/o en el **CONGRESO INTERNACIONAL ABANICO VETERINARIO** sin costo; sin embargo, podrán publicarse cualquier video que cubra los criterios de arbitraje. <https://www.facebook.com/Congreso-Virtual-Abanico-Veterinario-1800503060182071/>

La página web www.sisupe.org hoy aloja a REVISTAS ABANICO mediante el gestor OJS, y que contiene la revista ABANICO VETERINARIO. <http://sisupe.org/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/index>

La revista ABANICO VETERINARIO estuvo presente en la Reunión con Editores de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología organizada por CONACYT el 14 de Abril de 2016, donde explicaron las nuevas reglas para ingresar al Índice de Revistas Mexicanas en Ciencia y Tecnología.

ABANICO VETERINARIO desde su inicio en mayo 2011 y a hasta 2015 público los artículos sin costo, en apoyo al investigador de cualquier parte del mundo. Pero a partir del 2016 tiene un costo de recuperación de \$1000.00 por artículo.

Se agradece profundamente a todos los que han apoyado este proyecto; tanto a los revisores que con paciencia y dedicación sugieren recomendaciones a los trabajos presentados; a los diferentes autores que han decidido publicar en esta revista, y por supuesto a los lectores de México y de varios países que visitan las páginas web; en las cuales la revista ABANICO VETERINARIO se encuentra presente.

Dr Sergio Martínez González
Editor en Jefe

INDICACIONES PARA LOS AUTORES

Se publican artículos científicos con las siguientes características:

1.- Originalidad: los autores enviarán una carta de originalidad de los datos firmada en formato de la revista por correo electrónico a abanicoveterinario@gmail.com. El artículo será sometido a un software de originalidad y anti-plagio. Todo artículo que este en la web será rechazado incluyendo en congresos.

2.- Idioma: en inglés y en español. Serán traducidos al inglés o al español sin costo adicional.

3.- Tipo de trabajos: artículos originales, desarrollos tecnológicos, políticas de educación, estudio de casos, casos clínicos, revisiones de literatura.

4.- Área de Conocimiento con la siguiente temática: animal, veterinaria, zootecnia, pecuaria, medicina veterinaria, producción animal, animales silvestres, animales acuáticos.

5.- Extensión: 5 a 15 páginas.

6.- Los artículos originales deben llevar título (máximo 14 palabras), resumen (que incluya objetivo, metodología, resultados, conclusión, pero sin mencionar los apartados; máximo 200 palabras) y palabras clave en español e inglés; seis autores máximo, escribir los dos apellidos unidos con guion y un solo nombre, al final de este indicar con superíndice la sede de trabajo, además anotar el correo electrónico de cada autor; señalar el autor responsable y el autor corresponsal, sede de trabajo, dirección postal y correo electrónico, con Arial 10. Enseguida introducción, material y métodos, resultados y discusión, conclusión, literatura citada y agradecimientos.

7.- Las revisiones de literatura, estudio de casos, casos clínicos, desarrollos tecnológicos y políticas de educación. Deben llevar título (máximo 14 palabras), resumen (que incluya todos los apartados del artículo, pero sin mencionar los apartados; máximo 200 palabras) y palabras clave en español e inglés; seis autores máximo, escribir los dos apellidos unidos con guion y un solo nombre, al final de este indicar con superíndice la sede de trabajo, además anotar el correo electrónico de cada autor; señalar el autor responsable y el autor corresponsal, sede de trabajo, dirección postal y correo electrónico, con Arial 10. Enseguida introducción, las secciones que correspondan al desarrollo del tema en cuestión, conclusión y literatura citada.

8.- Los artículos deberán enviarse en archivo electrónico en formato Word. La letra utilizada será Arial 12 color negro, párrafo justificado a 1.15 de opciones de interlineado sin espacios ni antes ni después. Títulos centrados con mayúsculas, minúsculas y negritas. Con diseño de página márgenes 2.5 por lado, tamaño carta y orientación vertical.

9.- El archivo deberá ser enviado en línea en <http://www.sisupe.org/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario> o al correo abanicoveterinario@gmail.com.

10.- La literatura citada será el 80 % no mayor a 10 años de antigüedad. Escribirla por orden alfabético de acuerdo a los ejemplos y cuando la referencia tenga DOI o dirección electrónica se debe colocar al final de esta o hipervinculada a la web. En el texto de la forma apellido o institución coma año y entre paréntesis. En artículos en revistas con suplementos en volumen o número indicarlo con *suppl.* En los libros indique las páginas consultadas. No citar artículos en prensa, congresos, cursos, conferencias, boletines, tesis, entrevistas, documentos de internet o impresos sin autor u organismo. Ejemplos:

a) FERNÁNDEZ SS, Ferreira BL, Sousa BR, López FR, Braz LC, Faustino TL, Realino PJ, Henrique FP. Repellent activity of plant-derived compounds against *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) nymphs. *Veterinary Parasitology*. 2010; 167(1):67-73. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.09.047.

b) QUERO CAR. Gramíneas introducidas: Importancia e impacto en ecosistemas ganaderos. Editorial Biblioteca Básica de Agricultura. México, Texcoco. 2013:135-140. ISBN: 978 -607-715-106-7.

c) PIJOAN AP. Mortalidad Perinatal y Neonatal. En: Pijoan APJ, Tórtora PJL, Principales enfermedades de los Ovinos y Caprinos. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. 1986:205-219. ISBN: 968-199-298-X.

d) SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Manual de patología apícola. México. 2014: 38-50.

<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20apcolas/Attachments/5/manpato.pdf>

11.- Tablas y figuras incluidas en formato Word y que sean editables, en blanco y negro, sin salirse de los márgenes; con título de las tablas colocarlo en la parte superior y el de las figuras en la parte inferior, centrado, en Arial 10 y negrita y en el interior de tablas y figuras Arial 8.

12.- Se invita a leer y citar artículos de ABANICO VETERINARIO para incrementar el índice h.

INDIZADA EN

IMBIOMED. Índice Mexicano de Revistas Biomédicas Latinoamericanas

<http://www.imbiomed.com.mx/1/1/catalogo.html>

MEDIGRAPHIC. Índice de Revistas Médicas Latinoamericanas

<http://new.medigraphic.com/cgi-bin/medigraphic.cgi>

DIALNET.

<http://dialnet.unirioja.es/>

EBSCO- Academic Search.

<http://www.ebsco.com/>

CENGAGE-Informe académico

<http://www.cengage.com.mx/rs/informe/>

LATINDEX. Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

<http://www.latindex.unam.mx/>

BIBLAT. Bibliografía latinoamericana en revistas de investigación científica y social

<http://biblat.unam.mx/es/#carousel-biblat>

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico).

<https://www.redib.org/>

PERIODICA. Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias

http://periodica.unam.mx/F?func=find-b-0&local_base=per01

REVIVEC. La Red y Portal Iberoamericano de Revistas Científicas de Veterinaria de Libre Acceso reúne a las principales publicaciones científicas editadas en España, Portugal, Latino América y otros países del ámbito latino

<http://www.veterinaria.org/revistas/revivec/>

INCLUIDA EN

CONRICYT. Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica

<http://www.conricyt.mx/index>

Google Académico.

<http://scholar.google.es/>

SUSCRIPCIONES Y PAGOS POR PUBLICACIÓN

Suscripciones y pagos por publicación depositar a la Cuenta Bancaria de Bancomer 1473789969 a Nombre de Fabiola Orozco Ramírez y enviar depósito escaneado y datos de dirección postal al correo abanicoveterinario@gmail.com. Para suscripción anual (tres números) en formato electrónico \$50.00 con envíos a su correo electrónico, para formato electrónico e impreso \$250.00. Para envíos a otros países favor de comunicarse por correo electrónico. Por ser una revista de acceso abierto los autores pagarán \$1000.00 por cada publicación.

Toda la información publicada en la revista es gratuita y puede ser bajada directamente de las páginas web:

<http://sisupe.org/revistasabanico/>

www.imbiomed.com

<http://new.medigraphic.com/cgi-bin/medigraphic.cgi>

<http://www.erevistas.csic.es/>

<http://dialnet.unirioja.es/>

<http://biblat.unam.mx/es/revista/abanico-veterinario>

<https://www.redib.org/>

Sex allocation of *Odocoileus virginianus* by analysis of excreta subjected to outdoor

Asignación del sexo en *Odocoileus virginianus* por análisis de excretas sometidas a intemperie

Montes-Pérez Rubén^{1*}, Montes-Cruz Fausto¹, Góngora-Chan Cristina¹, López-Cobá Ermilo², Magaña-Monforte Juan¹, Segura-Correa José¹

¹Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán. México. ²Instituto Tecnológico de Tizimin. México. *Autor responsable y correspondencia Rubén Montes-Pérez. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xmatkuil km 15.5. CP. 97315 Mérida, Yucatán, México. Correo electrónico: mperez@correo.uady.mx

ABSTRACT

The objective was to evaluate the efficiency of the allocation sex white-tailed deer adults in reproductive and non-reproductive periods, by measuring levels of proportion of metabolites of androgens, estrogens and fecal progestins and morphometric measurements of excreta, subject to weather for 0, 10, 20 and 30 days. Deer fecal samples were collected in three farms of Yucatan State. Each sample was identified by animal and sex. Values were morphometric width, length, length/width and average pellet volume, the analysis was applied fuzzy clustering. Fecal steroid metabolites were estimated by radioimmunoassay. Androgen/progestin, progestins/androgens, estrogens/androgens, androgens/estrogens, progestins/estrogens and estrogen/progestin indexes were calculated. Theory predictive value was used in both methods to evaluate efficiency. It is concluded that the allocation of sex ratios of fecal estrogen metabolites/androgen and androgen/estrogen weather of 0 and 10 days are efficient in non-breeding season; progestin/estrogen, progestins/androgen, estrogen/androgen in the four days of weather, have greater efficiency in the breeding season, the morphometric method is not efficient in both seasons, nor in any of the treatments outdoors.

Keywords: deer, sex allocation, efficiency, steroids hormone, morphometry excreta.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la eficiencia de la asignación del sexo de venados cola blanca adultos en las épocas reproductiva y no reproductiva, por la medición de índices de proporción de metabolitos de andrógenos, estrógenos y progestinas fecales y las medidas morfométricas de las excretas, sometidas a intemperie por 0, 10, 20 y 30 días. Se colectaron muestras fecales de venados en tres criaderos del estado de Yucatán. Cada muestra fue identificada por animal y sexo. Los valores morfométricos fueron ancho, longitud, relación longitud/ancho y volumen promedio de pellets, se aplicó el análisis de grupos difusos. Los metabolitos de esteroides fecales fueron estimados por radioinmunoanálisis. Se calcularon los índices Andrógenos/Progestinas, Progestinas/Andrógenos, Estrógenos/Andrógenos, Andrógenos/Estrógenos, Progestinas/Estrógenos y Estrógenos/Progestinas. Se utilizó la Teoría del valor predictivo en ambos métodos para evaluar la eficiencia. Se concluye que la asignación del sexo por índices de metabolitos fecales estrógenos/andrógenos y andrógenos/estrógenos a intemperie de 0 y 10 días son eficientes en la época no reproductiva; progestina/estrógenos, andrógenos/progestinas progestinas/andrógenos, estrógenos/andrógenos en los cuatro tiempos de intemperie, tienen mayor eficiencia en la época reproductiva, el método morfométrico no es eficiente en ambas épocas, ni en alguno de los tratamientos a intemperie.

Palabras clave: venados, asignación de sexo, eficiencia, hormonas esteroides, morfometría de excretas.

INTRODUCCIÓN

Las evaluaciones de los estudios poblacionales de venados cola blanca se han efectuado en varias partes de México (Gallina, 2006), pero son escasos aquellos donde se ha registrado la proporción de machos y hembras (Mandujano y Gallina, 2005), estos datos son importantes, especialmente cuando esta población se somete a proceso de aprovechamiento mediante la cacería; ya que la extracción de ejemplares dirigido a un solo sexo puede traer como resultado una modificación en la proporción de sexos, lo que a su vez provocaría un cambio en la estructura de la población.

La obtención de esta información se puede realizar por observación directa del animal, siempre y cuando haya dimorfismo sexual; pero cuando hay baja detectabilidad de los ejemplares, como sucede en selvas tropicales, es complicado tomar la información del sexo en venados cola blanca (Mandujano, 2011). Bajo estas condiciones, entonces se efectúa la identificación del sexo mediante la medición de las hormonas esteroides sexuales, o por marcadores genéticos de ADN; tradicionalmente estas metodologías se aplican en sangre y en células fecales o folículo piloso (Qiao *et al.*, 2007); sin embargo la colecta sanguínea implica que el animal debe ser sujetado, lo cual puede intensificar el estrés en el individuo, dando como resultado una alteración en las concentraciones de hormonas esteroideas (Valdespino *et al.*, 2007).

Una característica importante de estas hormonas es que son catabolizadas en hígado y riñones, y excretadas en la orina y heces. La evaluación de las concentraciones de sus metabolitos en excretas, ha demostrado ser una técnica útil para la caracterización reproductiva de varias especies (Valdespino *et al.*, 2007). La medición de metabolitos esteroides fecales se ha realizado con éxito en ungulados (Riveros, 2010). Para la determinación del sexo mediante excretas, también se ha utilizado el análisis morfométrico de grupos fecales en venados, aplicando la teoría de grupos difusos (Camargo y Mandujano, 2009).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de la asignación del sexo en venados cola blanca *Odocoileus virginianus* adultos en las época reproductiva y no reproductiva; a través de la medición de índices de la proporción de metabolitos de andrógenos, estrógenos y progestinas fecales, y por las medidas morfométricas de las excretas sometidas a cuatro periodos de intemperie, 0, 10, 20 y 30 días de exposición.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se colectaron heces frescas de *O. virginianus* en cinco Unidades de Conservación y Manejo de Vida Silvestre, en los municipios de Mérida, Ticul y Umán del estado de Yucatán. Se obtuvieron 40 muestras de 20 de hembras y 20 de machos adultos, en la

época reproductiva (Octubre de 2009 a Enero de 2010); así como 50 muestras (25 de hembras y 25 de machos adultos), en la época no reproductiva (Abril a Julio de 2010). Las muestras se identificaron con el sexo del animal, lugar y fecha de recolección; se colocaron en una nevera con refrigerante para su conservación, e inmediatamente después fueron congeladas a -20°C . Una vez colectadas todas las muestras, fueron descongeladas y colocadas a intemperie durante 10 (Tratamiento 1), 20 (Tratamiento 2) y 30 días (Tratamiento 3). El Tratamiento 1 es el día 0; posteriormente las muestras fecales fueron separadas en dos submuestras, una de éstas fue sometida a la extracción de metabolitos de hormonas esteroides fecales; a partir de los extractos se estimaron los niveles de metabolitos de andrógenos, progestinas y estrógenos mediante radioinmunoanálisis en fase sólida (Coat-A-Count, USA), de acuerdo el método descrito por Cervera-Hernández *et al.* (2015).

De estos resultados se calcularon los índices: Andrógenos/Progestinas, Progestinas/Andrógenos, Estrógenos/Andrógenos, Andrógenos/Estrógenos, Progestinas/Estrógenos y Estrógenos/Progestinas. Los resultados de ambos métodos fueron relacionados con el sexo de los animales muestreados, y se eligieron los índices que tuvieron mayor eficiencia. Con la otra submuestra los pellets fueron medidos con vernier la longitud (L), ancho (A), relación longitud/ancho (L/A) en milímetros y el volumen del pellet en mm^3 ; se calculó el volumen del pellet acuerdo a la ecuación del cilindro. Se aplicó la teoría de los grupos difusos a las variables morfométrica tomadas en conjunto, utilizando el programa Fuzzy clustering tool (Camargo y Mandujano, 2009), para asignar sexo.

Se estimó el valor de eficiencia total que es la probabilidad de asignar exitosamente el sexo en ambos casos, por medio de la Teoría del Valor Predictivo (Escrig-sos *et al.*, 2006). La evaluación de la confiabilidad de la eficiencia, se efectuó mediante la estimación de los intervalos de confianza al 95%, por el software Epidat versión 3.1 (Xunta de Galicia, 2007)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se calcularon las eficiencias e intervalos de confianza de los índices que se obtuvieron con los tres metabolitos de hormonas en ambas épocas, y se eligieron aquellos que presentaron los mayores valores para cada tratamiento, los cuales se muestran en los Cuadros 1 y 2.

El volumen del pellet mostró diferencias significativas ($P < 0.05$), entre sexos en los tratamientos dos y tres en el periodo reproductivo. Del análisis en conjunto de las medidas morfométricas, los valores de eficiencias e intervalos de confianza, se muestran en los Cuadros 3 y 4.

Algunas investigaciones sobre la determinación de sexo mediante esteroides fecales, se han realizado en especies como lobo mexicano (Soto *et al.* 2009) y en distintas aves (Valdespino *et al.*, 2007); donde han utilizado la relación de Testosterona (T), Estradiol (E2) y Progesterona (P4) (T/E2 y T/P4); para realizar el sexado, encontrando que la relación T/E2 es una relación viable para realizar la asignación del sexo.

En nuestro trabajo analizamos todos los índices que se podían obtener de las tres hormonas, y encontramos que la relación E2/T y T/E2 asignaron el sexo más eficientemente que los demás tratamientos en la época no reproductiva. En la época reproductiva los índices más eficientes fueron P4/E2, T/P4, P4/T y E2/T; en los tratamientos T1, T2, T3, T4 respectivamente; sin embargo los índices más eficientes en la época reproductiva no muestran una tendencia a disminuir con respecto al tiempo, como se aprecia en la época no reproductiva.

Es posible que los menores valores de eficiencia en la época no reproductiva sea consecuencia de la inactividad endocrina de ovarios y testículos de venados adultos; por tanto la excreción de metabolitos de esteroides fecales sea mínima y variable entre los ejemplares, situación contraria en la época reproductiva, cuando los valores de estrógenos y progestinas se elevan en hembras adultas cíclicas; por tanto se expresan en mayor cantidad en sus metabolitos fecales (Arroyo *et al.*, 2013).

También se observó que hubo un aumento en la concentración de testosterona durante la época reproductiva, principalmente en las hembras. Es posible que hubiera competencia entre hembras por causa de la posición jerárquica entre ellas, puesto que se han observado elevaciones en las concentraciones de testosterona en estos casos en gacelas (Ekernas, 2010).

Cuadro 1. Eficiencia e intervalos de confianza al 95% (IC95) de los índices de metabolitos de hormona (E2 = estrógenos, T = andrógenos, P4 = progestinas) en excretas de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la época no reproductiva, sometidas a tres periodos de intemperie 0 (T1), 10 (T2), 20 (T3) y 30 (T4) días.

Estadístico	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
Índice	E2/T	T/E2	T/P4	E2/P4
Eficiencia	77.5%	75%	70%	62.5%
IC95	63.3 a 91.69%	60.3 a 89.6%	54.5 a 85.4%	46.2 a 78.7%

Cuadro 2. Eficiencia e intervalos de confianza al 95% (IC95) de los índices de metabolitos de hormona (E2 = estrógenos, T = andrógenos, P4 = progestinas) en excretas de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la época reproductiva, sometidas a tres periodos de intemperie 0 (T1), 10 (T2), 20 (T3) y 30 (T4) días.

Estadístico	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
Índice	P4/E2	T/P4	P4/T	E2/T
Eficiencia	84.6%	75%	86.8%	84.8%
IC95	72 a 97.2%	60.3 a 89.6%	74.78 a 98.9%	71.1 a 98.6%

Cuadro 3. Eficiencia e intervalos de confianza al 95% (IC95) de las medidas morfométricas de las excretas de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la época reproductiva, sometidas a tres periodos de intemperie 0 (T1), 10 (T2), 20 (T3) y 30 (T4) días.

Estadístico	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
Eficiencia	47.5%	52.5%	57.5%	52.5%
IC95	30.77 a 64.23%	35.77 a 69.23%	40.93 a 74.07%	35.77 a 69.23%

Cuadro 4. Eficiencia e intervalos de confianza al 95% (IC95) de las medidas morfométricas de las excretas de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) de la época no reproductiva, sometidas a tres periodos de intemperie 0 (T1), 10 (T2), 20 (T3) y 30 (T4) días.

Estadístico	T1	T2	T3	T4
	Eficiencia	62%	54%	56%
IC95	47.55 a 76.45%	39.19 a 68.81%	41.24 a 70.76%	39.19 a 68.81%

Debido a que solo el valor puntual de la eficiencia puede presentar variabilidad, debido a que diferentes muestras pueden tomar valores cercanos o lejanos al valor verdadero del parámetro; se sugiere que un estimador puntual se presente siempre acompañado de su desviación estándar, y cuando sea posible se establezcan límites aproximados para el error del estimador; a estos límites se les conoce como intervalos de confianza, el cual es un rango que tiene una confianza razonable y en el cual se encontrará la verdadera media (Newcombe y Merino, 2006).

Se calcularon los intervalos de confianza al 95% para determinar en qué rango de valores variaría la eficiencia de los mejores índices, y así determinar cuál proporcionaría mayor confiabilidad para ser usado; eligiendo los índices que presenten intervalos de confianza mayores al 50% de eficiencia; se considerarían como los más confiables, ya que valores iguales o menores caerían como pruebas de azar (50/50) (Escrig-Sos *et al.*, 2006). Se encontró que en la época no reproductiva el índice de E2/P4 que corresponde al T4, fue el que presentó un intervalo de confianza menor al 50% en su eficiencia; y el T3 se encuentra ligeramente por arriba del 50%; por lo que se consideran que ambos no son confiables para realizar la prueba la asignación del sexo a los 20 y 30 días de exposición a la intemperie.

En la época reproductiva se observó que en todos los tratamientos las eficiencias presentaron intervalos de confianza mayores al 50%, lo que nos indica que en cualquier tratamiento se puede realizar una correcta asignación del sexo.

La asignación del sexo con el método morfométrico en la época no reproductiva, las eficiencias de las variables morfométricas conjuntas (longitud, ancho, volumen y L/A) disminuyeron gradualmente con el tiempo, excepto entre T2 y T3 en la época reproductiva el volumen del pellet presentó diferencias significativas en ambos sexos ($P < 0.05$); sin embargo las eficiencias son similares a la época no reproductiva, todas ellas alrededor y debajo de 50%. Los factores que podrían afectar las características morfométricas de los pellets, son la temperatura ambiental, la precipitación pluvial (PP), la humedad y los artrópodos del suelo.

En la época no reproductiva se registró de muy baja a moderada PP y alta temperatura ambiental, estos factores pudieron ejercer efecto erosivo sobre el pellet, como resultado del impacto de las gotas de lluvia sobre éstos; el efecto depende del contenido de humedad en el pellet y la intensidad de lluvia. Se ha observado que si el suelo está seco, lo cual ocurre en climas subtropicales como el de Yucatán, y la intensidad de lluvia es fuerte, los agregados se rompen rápidamente al hidratarse; y si los agregados están parcialmente húmedos, o la intensidad de lluvia es baja o moderada, se producen

microrrupturas y los agregados orgánicos se disgregan y transforman en otros más pequeños (Morgan, 2005).

Otro factor que pudo afectar la forma o tamaño de los pellets, son los artrópodos del suelo; en algunas muestras se observó la presencia de artrópodos y algunas de éstas presentaban orificios de diferentes tamaños. Se ha reportado que los escarabajos de las Subfamilias Scarabaeinae, Geotrupinae y Aphodiinae, utilizan principalmente el estiércol animal para su alimentación y reproducción; y por tanto producen fragmentación de pellets (Flota-Bañuelos *et al.*, 2012). Es posible que la combinación de estos factores pudieron influir sobre los cambios morfométricos de los pellets, especialmente porque la eficiencia de la evaluación morfométrica de pellets fue la más baja.

Las medidas promedio de las variables morfométricas fueron ligeramente mayores en las hembras que en los machos, en ambas épocas (reproductiva y no reproductiva); estos resultados no coinciden con lo mencionado por Sánchez *et al* (2009), el cual han reportado valores promedio más altos para machos en poblaciones de venado cola blanca del centro y norte de México; las diferencias promedio en las medidas morfométricas entre machos y hembras no fue significativa, como se mencionó anteriormente, excepto en volumen.

El programa Fuzzy no diferenció las medidas morfométricas de las excretas de machos adultos y de hembras adultas, esto se puede deber a que el método se basa en el supuesto de que el dimorfismo sexual de excretas es por la capacidad intestinal. Hay mayor capacidad intestinal en animales con mayor peso, que generalmente ocurre en machos (Clauss *et al.* 2007). Sin embargo cuando el dimorfismo sexual existe, las medidas morfométricas de excretas de machos y hembras usualmente se sobreponen; por tanto, es de esperarse que si el tamaño del cuerpo influye en el tamaño del pellet, este criterio solo es fiable en los extremos de la distribución de tamaños de los pellets, que corresponden a los animales más pequeños y más grandes, y no necesariamente por el sexo (Camargo y Mandujano, 2009).

Los valores de eficiencias en los tratamientos de ambas épocas fueron bajos, estos oscilaron entre el 47.5% y el 62%. Escrig-Sos *et al.* (2006), menciona que un valor igual o menor del 50% indica que el test es más engañoso que certero; por tanto las eficiencias no son confiables.

CONCLUSIÓN

La asignación del sexo por índices de proporción de metabolitos fecales de estrógenos/andrógenos y andrógenos/estrógenos a intemperie de 0 y 10 días, son eficientes en la época no reproductiva; sin embargo los índices progestina/estrógenos, andrógenos/progestinas, progestinas/andrógenos, estrógenos/andrógenos en los cuatro

tiempos de intemperie, tienen mayor eficiencia en la época reproductiva; mientras que el método morfométrico mediante análisis de grupos difusos, no es eficiente en ambas épocas, ni en alguno de los tratamientos a intemperie.

LITERATURA CITADA

ARROYO RE, Vital GC, Lavín MP. Análisis fecales en el estudio de la reproducción en cérvidos y su papel en la conservación. *Bio Ciencias*. 2013; 2(3): 130-139.

CAMARGO A, Mandujano S. Evaluación de la morfometría de pellets como método de categorización de sexos y edades en venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en Puebla, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 2009; 13(1): 92-104.

CERVERA-HERNANDEZ P, Montes-Pérez RC, Victoria-Arceo F, Camacho-Reyes J, Castillo-López IF. Método no invasivo de diagnóstico de gestación en venadas *Odocoileus virginianus*. *Ciencia en Desarrollo*. 2015; 6(1): 9-16.
<http://dx.doi.org/10.19053/01217488.3644>

CLAUS M, Schwarm A, Ortmann S, Streich WJ, Hummel J. A case of non-scaling in mammalian physiology? Body size, digestive capacity, food intake, and ingesta passage in mammalian herbivores. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*. 2007; 148(2): 249-265.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpa.2007.05.024>

EKERNAS SL. Female competition and the role of testosterone in a polygynous system. (M. Sc. Thesis). Montana, USA: University of Montana Missoula, 2010.

ESCRIG-SOS J, Martínez-Ramos D, Miralles-Tena JM. Pruebas diagnósticas: Nociones básicas para su correcta interpretación y uso. *Cirugía Española*. 2006; 79(5):267-273.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0009-739X\(06\)70871-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0009-739X(06)70871-5)

FLOTA-BAÑUELOS C, López-Collado J, Vargas-Mendoza M, Fajersson P, González-Hernández H, Martínez-Morales I. Efecto de la ivermectina en la dinámica espaciotemporal de escarabajos estercoleros en Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 2012; 15(2): 227 – 239.

GALLINA S. Los venados de México: 30 años de estudio. X Simposio sobre Venados en México. FMVZ-UNAM Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados. México DF; México. 2006: 71-73.

MANDUJANO S. Consideraciones para el manejo del venado cola blanca en UMA extensivas en bosques tropicales. En: Sánchez O, Zamorano P, Peters E & Moya H, Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México DF, México. 2011: 249-275. ISBN: 6077908487.

MANDUJANO S, Gallina S. Dinámica poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical seco. En: Sánchez-Cordero V y Medellín R, Contribuciones Mastozoológicas en Homenaje a Bernardo Villa. Instituto de Biología e Instituto de Ecología UNAM, CONABIO. México DF, México. 2005: 335-348. ISBN: 970-32-2603-5.

MORGAN RPC. *Soil erosion & Conservation*. Third edition. Blackwell Publishing. Oxford, UK. 2005: 11-44. ISBN: 1-4051-1781-8.

- NEWCOMBE RG, Merino SC. Intervalos de confianza para las estimaciones de proporciones y las diferencias entre ellas. Interdisciplinaria. 2006; 23(2): 141-154.
- XUNTA DE GALICIA/HDA (OPS-OMS). Epidat 3.1 Una herramienta Informática para el análisis epidemiológico de datos tabulados. Disponible en: <http://epidat.software.informer.com/3.1/>. Publicado en 2007. Acceso en Septiembre 2010.
- QIAO Y, Zou F, Wei K and Yue B. A Rapid Sex-Identification Test for the Forest Musk Deer (*Moschus berezovskii*) Based on the ZFX/ZFY Gene. Zoological Science. 2007; 24: 493–495. <http://dx.doi.org/10.2108/zsj.24.493>
- RIVEROS FJL. Métodos de estudio de la reproducción en hembras de ungulados silvestres. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 2010; 11(10): 1-28.
- SANCHEZ G, Aguilar M, Hernández L. Estudio poblacional y uso de hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque templado de la sierra de Pachuca, Hidalgo, México. Tropical Conservation Science. 2009; 2(2): 204-214.
- SOTO M, Salame A, Ramírez J, Yáñez L & Armella M. Valoración de hormonas esteroides en heces de una pareja de lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) en cautiverio. Acta Zoológica Mexicana. 2009; 20(2): 187-196.
- VALDESPINO C, Martínez R, García L, Martínez L. Evaluación de eventos reproductivos y estrés fisiológico en vertebrados silvestres a partir de sus excretas: Evolución de una metodología no invasiva. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). 2007; 23(3): 151-180

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue financiado por FOMIX-Gobierno del Estado de Yucatán, proyecto número YUC-2006-C05-65725.

Artículo Original. Mayo-Agosto 2016; 6(2):22-29. Recibido: 12/01/2016. Aceptado: 18/05/2016

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2016.62.2>

Serum progesterone concentrations at the insemination time and pregnancy rate in dairy cows

Concentraciones séricas de progesterona al momento de la inseminación y tasa de gestación en vacas lecheras

Moreno-Oliva Patricia, Montaldo-Valdenegro Hugo, García-Ortiz Carlos, Hernández-Cerón Joel*

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México. *Autor responsable y correspondencia Joel Hernández Cerón. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Avenida Universidad 3000. CP 04510. Ciudad de México. Correo electrónico: jhc@unam.mx.

ABSTRACT

In this study the concentration of serum progesterone at the time of insemination and its effect on fertility in dairy cows were determined. In addition, it was assessed the impact of parity, number of services, puerperal condition, inseminating bull breed, AI technician and herd. Blood samples were obtained from 560 cows (25 herds) at the time of insemination and progesterone concentrations were determined. Pregnancy was diagnosed 40 to 45 days later by transrectal palpation. Using a logistic regression analysis the effect of progesterone (≤ 0.5 vs. > 0.5 ng/mL), parity (primiparous vs. multiparous), number of services (< 4 vs. ≥ 4 services), bull breed (Holstein vs. other breeds), puerperal condition (normal vs. abnormal), AI technician (1 vs. 2) and herd on pregnancy rate were determined. The proportion of cows inseminated with values > 0.5 ng/mL was 5.9%. Cows with progesterone levels > 0.5 ng/mL had a lower conception rate (18.2) than cows with levels ≤ 0.5 ng/mL (32.8) (Odds ratio=2.46; $P < 0.05$). There was no significant effect ($P > 0.05$) of parity, number of services, breed of bull, AI technician, puerperal condition or herd. It is concluded that 5.9% of the cows had suprabasal progesterone concentrations at the time of insemination, which negatively affected the pregnancy rate.

Keywords: fertility, dairy cattle, progesterone.

RESUMEN

Se determinaron las concentraciones séricas de progesterona en la inseminación y su efecto en la tasa de gestación en vacas lecheras. Adicionalmente, se evaluaron los efectos del número de partos, número de servicios, tipo de puerperio, raza del toro, técnico inseminador y hato. Se obtuvieron muestras sanguíneas de 560 vacas de 25 hatos al momento de la inseminación y se determinaron las concentraciones de progesterona. El diagnóstico de gestación se realizó mediante palpación transrectal entre 40 y 50 días posinseminación. Por medio de regresión logística se determinó el efecto de la concentración de progesterona (≤ 0.5 ng/mL vs. > 0.5 ng/mL), número de partos (primíparas vs. múltiparas), número de servicios (< 4 servicios vs. ≥ 4 servicios), raza del toro (Holstein vs. otras razas), puerperio (normal vs. anormal), técnico (1 vs. 2) y hato, en la tasa de gestación. La proporción de vacas con valores de progesterona > 0.5 ng/mL fue de 5.9%. La tasa de gestación fue menor en las vacas que tuvieron concentraciones de progesterona > 0.5 ng/mL (18.2%) que en las vacas con ≤ 0.5 ng/mL (32.8%) (Odds ratio =2.46; $P < 0.05$). No se observó efecto ($P > 0.05$) del número de partos, número de servicios, raza del toro, puerperio, técnico ni del hato. Se concluye que 5.9% de las vacas tuvieron concentraciones suprabasales de progesterona al momento de la inseminación, lo cual afectó negativamente la tasa de gestación.

Palabras clave: fertilidad, vacas lecheras, progesterona.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 40 años se ha observado a nivel mundial una disminución significativa de la tasa de gestación que ha coincidido con un incremento en la producción de leche (López Gatius *et al.*, 2006). En México hace 30 años más del 50% de las vacas inseminadas quedaban gestantes y actualmente no supera el 30% (Flores *et al.*, 2015); la baja tasa de gestación es consecuencia de la alta incidencia de muerte embrionaria temprana.

Se ha observado que entre 80 y 90% de los ovocitos son fertilizados; sin embargo, una alta proporción de los embriones mueren antes de los 16-17 días posinseminación (Diskin *et al.*, 2011); aunque es evidente la relación entre producción de leche y tasa de gestación. La alta producción por sí misma no disminuye la tasa de gestación; López Gatius *et al.* (2006) observó que la proporción acumulada de vacas gestantes en el día 90 posparto, fue más elevada (Odds ratio: 6.8) en las vacas con mayor producción de leche (≥ 50 kg) que en aquellas con menor producción (< 50 kg). Aunque la producción de leche no determina la tasa de gestación, el descenso de este parámetro se asocia con los cambios metabólicos que padece la vaca en conjunción con prácticas inadecuadas de manejo, debido a la intensificación de la producción y particularmente con el aumento del número de vacas por hato (Lucy, 2001; López-Gatius, 2012).

La intensificación de la producción de leche influye negativamente en las prácticas elementales de manejo reproductivo, tales como la detección de estros y la inseminación artificial, debido a un aumento de las cargas de trabajo para los empleados (Lucy, 2001; López-Gatius, 2012). Se conoce que un factor que contribuye en forma importante con la baja tasa de gestación es el momento del servicio (Zarco y Hernández-Cerón, 1996; Roelofs *et al.*, 2010).

En estudios realizados en ganado Holstein, el seguimiento de las concentraciones de progesterona en leche, indica que alrededor del 5 a 30% de las vacas inseminadas no están en estro (Slennig y Farver, 1990; Sturman *et al.*, 2000); Así que es posible que una proporción significativa de las vacas que se inseminan no estén en la etapa fértil del ciclo estral y esto contribuya con la baja tasa de gestación; otros factores que influyen, son: el número de partos, las enfermedades del puerperio, el toro, el número de servicio, técnico inseminador y la época del año, entre otros (López-Gatius, 2012).

Dado que los factores de manejo son específicos en las diferentes condiciones de producción, resulta necesario regionalizar el conocimiento de las principales causas de falla en la concepción, con el propósito de ofrecer estrategias que mejoren la eficiencia reproductiva.

El objetivo del estudio fue determinar los efectos de la concentración de progesterona al momento de la inseminación artificial, así como otros factores genéticos y de manejo sobre la tasa de gestación de vacas Holstein lecheras estabuladas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 25 establos del Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca, Hidalgo. En todos los hatos, se hizo un examen reproductivo de las vacas en los primeros 10 días posparto para el diagnóstico y tratamiento de las patologías del puerperio. El periodo de voluntario de espera fue de 50 días. Las vacas recibieron una dieta basada en heno de alfalfa, ensilado de maíz y concentrado comercial balanceada de acuerdo con las recomendaciones del NRC (National Research Council, 2001).

Se recolectaron muestras sanguíneas al momento de la inseminación de 560 vacas de la raza Holstein, de diferente número de partos y servicios. La detección de estros se realizó mediante observación visual y se incluyeron en el estudio vacas que mostraron estro espontáneo o inducido con PGF2 α . Las vacas en estro se inseminaron con el programa am-pm y pm-am. En todas las vacas el servicio se realizó sólo cuando las vacas mostraron moco cervical y turgencia uterina.

Las muestras de sangre se obtuvieron mediante punción de los vasos sanguíneos coccígeos, utilizando tubos Vacutainer® con gel activador de la coagulación. Después de la obtención, las muestras se centrifugaron a 1500 xg durante 10 min para la separación del suero, el cual se conservó a -20°C hasta su análisis.

Las concentraciones de progesterona se determinaron por radioinmunoanálisis en fase sólida (Pulido *et al.*, 1991). Las muestras fueron incluidas en dos ensayos con un coeficiente de variación intraensayo de 6.91 y 8.71% y un coeficiente de variación interensayo de 9.04%; la sensibilidad del ensayo fue de 0.1 ng/mL. Se consideró que las concentraciones de progesterona menores o iguales a 0.5 ng/mL al momento de la inseminación son niveles basales propios del estro, mientras que concentraciones mayores a 0.5 ng/mL indican que hay actividad lútea (concentraciones suprabasales) (Starbuck *et al.*, 2006).

El diagnóstico de gestación se realizó mediante palpación transrectal, entre 40 y 50 días después de la inseminación. De los registros reproductivos se obtuvo la información del número de partos, número de servicios, alteraciones del puerperio, raza del toro y técnico inseminador. Por medio del análisis de regresión logística (Proc Catmod de SAS, 2000) se determinó el efecto de la concentración de progesterona (≤ 0.5 vs. > 0.5 ng/mL), número de parto (primíparas vs. multíparas), número de servicios (< 4 vs. ≥ 4 servicios), tipo de puerperio [normal vs. anormal (vacas que padecieron cualquiera de estas

patologías: retención placentaria, metritis o endometritis)], raza del toro [Holstein vs. otras razas (Suizo, Jersey y Cebú)], técnico inseminador (1 vs. 2) y el ható en la tasa de gestación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La proporción de vacas inseminadas con valores >0.5 ng/mL fue de 5.9%. En el cuadro 1 se muestran los factores incluidos en el modelo logístico. La concentración de progesterona al momento de la inseminación afectó la tasa de gestación ($P<0.05$); así las vacas con niveles de progesterona >0.50 ng/mL, tuvieron menor tasa de gestación que las vacas con niveles ≤ 0.50 ng/mL. La proporción de vacas con valores > 0.5 ng/mL de progesterona es baja, si se compara con lo encontrado por Sturman *et al.* (2000), quien informa hasta 19% de vacas inseminadas con valores superiores a 1 ng/mL; pero coincide con lo obtenido en un estudio similar hecho en los mismos hatos (Hernández-Cerón *et al.*, 1994).

La principal causa de inseminación de vacas con concentraciones suprabasales de progesterona, está asociada con la precisión en la detección de estros; es común que el personal encargado de la detección de estros no esté capacitado adecuadamente y/o dediquen poco tiempo a esta actividad, lo que resulta en la identificación errónea de los signos de estro.

En el presente trabajo todas las vacas inseminadas y muestreadas se examinaron por vía rectal, y en todos los casos mostraron signos genitales de estro (turgencia uterina y/o moco cervical); aunque se asume que la principal causa de inseminación de vacas con concentraciones de progesterona suprabasales es el error humano. Es posible que algunas vacas hayan presentado valores suprabasales de progesterona como consecuencia de una luteólisis incompleta (Duchens *et al.* 1995; Båge *et al.*, 2003); así la progesterona alcanzaría el umbral necesario para permitir la manifestación del estro, pero su concentración alta puede influir en la sincronía de los procesos endócrinos periovulatorios, lo cual puede afectar la fertilización y el desarrollo embrionario temprano (Roelofs *et al.*, 2010).

No se observó un efecto significativo del número de partos en la tasa de gestación, esta fue similar entre vacas primíparas (34.9%) y múltiparas (30.2%). Estas observaciones no coinciden con lo encontrado por otros autores (Tenhagen *et al.*, 2004; Orozco *et al.*, 2016), quienes observaron que las vacas primíparas mostraron mayor tasa de gestación que las vacas múltiparas. La diferencia entre estudios puede obedecer a que en el presente trabajo se evaluó el efecto del número de partos de manera global independientemente del número de servicios y en los estudios citados se evalúa el efecto en vacas de primer servicio.

Cuadro 1. Odds ratio para la probabilidad de gestación dependiente de las concentraciones al momento del servicio, número de partos, número de servicios, raza del toro, técnico inseminador, tipo de puerperio y hato*.

VARIABLES	CLASES	n	Tasa de gestación	Odds ratio	IC (95%)	Valor de P
Progesterona	≤0.50 ng/mL	527	32.8	Ref.		
	>0.50 ng/mL	33	18.2	2.46	1.02-6.91	0.04
No. partos	Primíparas	209	34.9	Ref.		
	Múltiparas	351	30.2	1.28	0.89-1.89	0.21
No. de servicios	<4 servicios	395	31.4	Ref.		
	≥4 servicios	165	33.3	0.99	0.65-1.50	0.94
Raza del toro	Holstein	500	31.6	Ref.		
	Otras razas	60	35.0	0.85	0.44-1.66	0.62
Técnico	1	344	32.8	Ref.		
	2	216	30.6	0.92	0.32-2.62	0.87
Puerperio	Normal	418	31.4	Ref.		
	Anormal	140	34.3	0.96	0.63-1.49	0.86

*Efecto del hato P=0.83

El número de servicios no afectó la tasa de gestación ($P=0.947$), el cual fue similar entre las vacas de menos de 4 servicios (31.4%) y aquellas con 4 o más servicios (33.3%). Este hallazgo es similar a lo observado por Morales *et al.* (2000), en las mismas condiciones; sin embargo, contrasta con lo informado por García-Ispuerto *et al.* (2007), en donde las vacas repetidoras (vacas con 4 o más servicios) tuvieron menor probabilidad de quedar gestantes, que las vacas de menos de 4 servicios. Es de esperarse que el grupo de vacas que no ha concebido en los primeros tres o más servicios sea un grupo de vacas infértiles y que tengan menor tasa de gestación que las vacas que están entre el primer y tercer servicio; sin embargo, los resultados del presente trabajo no coinciden con este razonamiento. Lo anterior sugiere que el grupo que en el pasado mostraba mejor fertilidad, actualmente tiene una tasa de gestación similar al grupo infértil del hato.

La raza del semental no influyó en la fertilidad ($P=0.626$); así las vacas inseminadas con toros Holstein tuvieron la misma tasa de gestación (31.6%) que las servidas con toros de otras razas (35.0%). En los hatos lecheros con ganado Holstein, es frecuente el uso de sementales de otras razas en vacas infértiles, ya que existe la percepción de que al cambiar de raza se mejora la fertilidad. Hay evidencia que con el uso de semen de toros cebú (*Bos taurus indicus*) se mejora la fertilidad en vacas Holstein repetidoras (Calderón *et al.*, 1980). En condiciones de estrés calórico el uso de semen de toros *Bos taurus indicus* en vacas Holstein ha aumentado la tasa de gestación (Pegorer *et al.*, 2007); se

argumenta que esto obedece a la mayor tolerancia al estrés térmico de los embriones con genes cebuinos.

En el presente estudio, los toros de razas diferentes a la Holstein se incluyeron en un solo grupo, debido a que fueron de diversas razas (Cebú, Suizo y Jersey), y también se utilizaron dosis de semen con varias razas (“cocteles”). El técnico inseminador no fue un factor de riesgo en falla en la concepción ($P=0.870$). El servicio de inseminación en los hatos estudiados lo ofrecen únicamente los dos técnicos evaluados y ambos tuvieron tasas de gestación similares.

La tasa de gestación global en el presente trabajo no superó el 33%; este parámetro es igual al obtenido en otras regiones lecheras del país (Flores *et al.*, 2015; Orozco *et al.*, 2016) y en otras regiones del mundo (López-Gatius *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2009), lo cual confirma la baja tasa de gestación del ganado lechero. El hato no afectó la tasa de gestación, lo cual puede obedecer al número reducido de observaciones por establo, ya que hubo hatos que tuvieron menos de 10 observaciones (resultados no mostrados).

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio permiten concluir que el 5.9% de las vacas tuvieron concentraciones suprabasales de progesterona al momento de la inseminación, lo cual afectó negativamente la tasa de gestación. No se observó efecto del número de partos, número de servicios, raza del toro, patologías del puerperio, técnico inseminador ni del hato.

LITERATURA CITADA

BÅGE R. Conception rates after AI in Swedish Red and White dairy heifers: Relationship with progesterone concentrations at AI. *Reproduction in Domestic Animals*. 2003; 38: 199-203. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0531.2003.00426.x>

CALDERÓN J, Velázquez A, Garza J, Valencia J. Aspectos inmunológicos de la infertilidad en bovinos y su repercusión en la reproducción. *Veterinaria México*. 1980; 11:63-71.

DISKIN MG, Parr MH, Morris DG. Embryo death in cattle: an update. *Reproduction Fertility and Development*. 2011; 24:244-251. <http://dx.doi.org/10.1071/RD11914>

DUCHENS M, Maciel M, Gustafsson H, Forsberg M, Rodríguez-Martínez H, Edqvist LE. Influence of perioestrus suprabasal progesterone levels on cycle length, estrus behavior and ovulation in heifers. *Animal Reproduction Science*. 1995; 37:95-108. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-4320\(94\)01334-I](http://dx.doi.org/10.1016/0378-4320(94)01334-I)

- FLORES S, Muños LR, López R, Aréchiga CF, Mápés G, Hernández Cerón J. Gestación en vacas lecheras con dos protocolos de sincronización de la ovulación e inseminación a tiempo fijo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2015; 6:393-404.
- GARCÍA-ISPIERTO I, López-Gatius F, Santolaria P, Yáñez JL, Nogareda C, López-Bejar M. Factors affecting the fertility of high producing dairy herds in northeastern Spain. *Theriogenology*. 2007; 67:632-638.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.09.038>
- HERNÁNDEZ-CERÓN J, Porras-Almeraya A, Benítez S. Eficiencia de la detección de estros y niveles de progesterona al momento de la inseminación de vacas Holstein. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 1994; 3:12-17.
- LÓPEZ-GATIUS F, García Ispierto I, Santolaria P, Yáñez J, Nogareda C, López-Bejar M. Screening for high fertility in high-producing dairy cows. *Theriogenology*. 2006; 65:1678–1689. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.09.027>
- LÓPEZ-GATIUS F. Factors of a noninfectious nature affecting fertility after artificial insemination in lactating dairy cows. A review. *Theriogenology*. 2012; 77:1029-1041. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.10.014>
- LUCY MC. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *Journal of Dairy Science*. 2001; 84:1277-1293. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70158-0](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0)
- MORALES RS, Hernández Cerón J, Rodríguez TG, Peña FR. Comparación del porcentaje de concepción y la función lútea en vacas de primer servicio, vacas repetidoras y vaquillas Holstein. *Veterinaria México*. 2000; 31:179-184.
- National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. National Academic Science, Washington, DC.
- OROZCO M, Gutiérrez CG, López R, Aguilar C, Roque C, Hernández-Cerón J. Pregnancy rate in dairy cows treated with progesterone for six days during estrus synchronization with PGF₂. *Animal Reproduction Science*. 2016; 166:128–132. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2016.01.012>
- PEGORER MF, Vasconcelos JLM, Trinca LA, Hansen PJ, Barros CM. Influence of sire and sire breed (Gyr versus Holstein) on establishment of pregnancy and embryonic loss in lactating Holstein cows during summer heat stress. *Theriogenology*. 2007; 67:692-697. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.09.042>
- PULIDO A, Zarco L, Galina CS, Murcia C, Flores G, Posadas E. Progesterone metabolism during storage of blood samples from Gyr cattle: effects of anticoagulant, time and temperature of incubation. *Theriogenology*. 1991;35:965–975. [http://dx.doi.org/10.1016/0093-691X\(91\)90307-Y](http://dx.doi.org/10.1016/0093-691X(91)90307-Y)
- ROELOFS J, López-Gatius F, Hunter RH, van Eerdenburg FJ, Hanzen Ch. When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. *Theriogenology*. 2010; 74:327-344. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.02.016>

- SANTOS JEP, Rutigliano HM, Sá Filho MF. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 2009; 110:207-221. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.01.014>
- SAS Institute. 2000. User's Guide, Version 8. Statistical Analysis System Institute, Inc., Cary, NC.
- SLENNING BD, Farver TB. Estrus detection efficiency and the effects of using prostaglandin-F₂α in a commercial dairy herd. *Preventive Veterinary Medicine*. 1990; 8:269-282. [http://dx.doi.org/10.1016/0167-5877\(90\)90084-U](http://dx.doi.org/10.1016/0167-5877(90)90084-U)
- STARBUCK GR, Gutierrez CG, Peters AR, Mann GE. Timing of follicular phase events and the postovulatory progesterone rise following synchronization of estrus in cows. *Veterinary Journal*. 2006; 172: 103-108. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2005.02.006>
- STURMAN H, Oltenacu EAB, Foote RH. Importance of inseminating only cows in estrus. *Theriogenology*. 2000; 53:1657-1667. [http://dx.doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00305-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00305-8)
- TENHAGEN BA, Surholt R, Wittke M, Vogel C, Drillich M, Heuwieser W. Use of Ovsynch in dairy herds-differences between primiparous and multiparous cows. *Animal Reproduction Science*. 2004; 81:1-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.08.009>
- ZARCO QL, Hernández-Cerón J. Momento de ovulación y efecto del intervalo entre el inicio del estro y la inseminación artificial sobre el porcentaje de concepción de vaquillas Holstein. *Veterinaria México*. 1996; 27:279-283.

Artículo Original. Mayo-Agosto 2016; 6(2):30-38. Recibido: 21/04/2016. Aceptado: 11/07/2016

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2016.62.3>

Presence of *Varroa destructor*, *Nosema apis*, and *Acarapis woodi*, in honey bee (*Apis mellifera*) of the east region in the State of Mexico

Presencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en abejas (*Apis mellifera*) de la región oriente del Estado de México

**Martínez-Cesáreo Marcelino¹, Rosas-Córdoba José¹, Prieto-Merlos Daniel²,
Carmona-Gasca Alfredo³, Peña-Parra Bladimir³, Ávila-Ramos Fidel^{4*}**

¹Centro Universitario UAEM Amecameca, Universidad Autónoma del Estado de México, Amecameca, Estado de México, México. ²Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Educación Ambiental "Acuexcomatl". Ciudad de México, D.F. México. ³Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Compostela, Nayarit, México. ⁴Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la Vida, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Irapuato, Guanajuato, México. *Autor responsable y correspondencia: Fidel Ávila-Ramos. Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la Vida, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ex Hacienda El Copal Km. 9 Carretera Irapuato-Silao. Irapuato, Guanajuato, México. C.P. 36500. Tel-Fax: +52 462 624 1889, e-mail: ledifar@hotmail.com.

ABSTRACT

Beekeeping in Mexico is an important productive activity, but it is threatened by the presence of diseases that affect the development and production of the colonies. The aim of this research was to determine, the frequency and degree of infestation of *Varroa destructor*, *Nosema apis*, and *Acarapis woodi* in honeybee (*Apis mellifera*) colonies from the east region in the State of Mexico. A total of 93 samples were collected from five town councils with beekeepers organized in the region, samples were analyzed for these three pathogens. A statistical comparison between five town councils was performed. The results indicated that all samples were positive (100 %) to *V. destructor* with levels from 0.5 to 22.1 %, but they were negative to *Nosema* and *Acarapis*. The town council of Tlalmanalco registered the highest values of *V. destructor* with 7.9 % ($P \leq 0.05$). The results suggest that Varroosis is an important disease for the region, but *Nosema* and *A. woodi* do not pose a threat to this bee population.

Keywords: *Apis mellifera*, diagnosis, infestation.

RESUMEN

La apicultura en México es una actividad importante para el sector pecuario, amenazada por la presencia de enfermedades que afectan el desarrollo y la producción de las colonias. El objetivo de esta investigación fue cuantificar la presencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en colmenas de la región oriente del Estado de México. Se realizó una colecta de 93 muestras de colmenas en cinco municipios con apicultores organizados de la región; las muestras fueron analizadas para diagnosticar las tres enfermedades. Se realizó una comparación estadística entre los cinco municipios y los resultados indicaron que todas las muestras fueron positivas (100 %) para *Varroa* con niveles de infestación de 0.5 a 22.1 %, para *Nosema* y *Acarapis* todas las muestras fueron negativas. El Municipio de Tlalmanalco registró los valores más altos de *Varroa* con 7.9 % ($P \leq 0.05$). Los resultados sugieren que *Varroosis* es una enfermedad de importancia para la región, pero *Nosema* y *Acarapis* no representan una amenaza para estas poblaciones de abejas.

Palabras clave: *Apis mellifera*, diagnóstico, infestación.

INTRODUCCIÓN

México tiene un inventario apícola superior a 1.9 millones de colmenas, que mantienen a la apicultura como la tercera actividad generadora de divisas del sector ganadero (Ulloa *et al.*, 2010). La apicultura nacional ha sufrido amenazas, debido a la presencia de enfermedades que afectan a las abejas. A nivel mundial se han reportado más de 30 enfermedades, la mayoría pasan inadvertidas, pues no comprometen la vida de las abejas. Sin embargo, el ácaro *Varroa destructor* Anderson y Trueman (Acari: Varroidae), el microsporidio de *Nosema apis* y el ácaro *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae) han dejado millones de colmenas vacías en diferentes países (Forsgren y Fries 2010; Puca *et al.*, 2011; Meghan *et al.*, 2015).

El ácaro *V. destructor* se puede observar a simple vista sobre las abejas, su ciclo biológico se divide en dos fases; la primera es la reproductiva y la segunda la forética. En la primera el ácaro se reproduce dentro de las celdas operculadas de las crías, éstas pueden ser de obreras o de zánganos. En la segunda fase las varroas viven sobre las abejas adultas, su ciclo de vida inicia al introducirse el ácaro en una celdilla unas horas antes de ser operculada (Zamora y Van Veen, 2007). Los daños sobre las abejas son directos al alimentarse de la hemolinfa de abejas, mermando su desarrollo, su tiempo de vida y su capacidad productiva. De forma indirecta su poder patógeno está asociado a su función como vector para los virus (Santillán-Galicia *et al.*, 2014).

Nosema apis es un microsporidio que afecta a las células epiteliales del ventrículo de las abejas adultas; forma esporas que pueden sobrevivir durante un año en temperaturas de congelación. *Nosema* es un corpúsculo ovalado de 2 a 4 µm de ancho y de 4 a 6 µm de largo. La enfermedad clínica se caracteriza por debilidad y muerte prematura de las abejas. En el intestino de un himenóptero pueden habitar hasta 50 millones de esporas de *Nosema*; es un problema serio en lugares donde las bajas temperatura impiden a la abejas salir de la colmena para eliminar sus desechos (Fries *et al.*, 2013).

Acarapis woodi es un ácaro de distribución mundial que entra, vive y se reproduce en el primer par de espiráculos torácicos en tráqueas de abejas adultas. La hembra mide de 120 a 150 µm de largo por 60 a 80 µm de ancho; el macho mide de 80 a 100 µm de largo por 40 a 60 µm de ancho (SAGARPA, 2014); tiene cuatro pares de patas, gran cantidad de sedas que le ayudan a localizar los espiráculos y a moverse sobre todo el cuerpo de la abeja. El ácaro tiene aparato bucal capaz de perforar las paredes traqueales para succionar hemolinfa de su hospedero (Cepero *et al.*, 2015).

En México las enfermedades parasitarias no han sido tan devastadoras, como lo reportaron países europeos con inviernos fríos (Guzmán-Novoa *et al.*, 2011); donde las colonias de abejas pueden llegar a morir en tres o cuatro años (Rosenkranz *et al.*, 2010). Una posible respuesta es que derivado de la falta de capacidad diagnóstica, el desconocimiento de los apicultores, la falta de interés sobre el impacto, la cuantificación

de la infestación y la distribución de las enfermedades, han llevado a la aplicación inadecuada de los productos químicos utilizados para controlar enfermedades en las abejas; prácticas en donde se han reportado problemas de resistencia (Rodríguez-Dehaibes *et al.*, 2005; Branco *et al.*, 2006). Aún con ello el manejo de las enfermedades parasitarias se ha convertido en un problema al que se enfrenta la apicultura nacional donde el diagnóstico oportuno es la premisa para crear estrategias de control de estas enfermedades. Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue determinar la presencia de *Varroa*, *Nosema* y *Acariosis* en colmenas del oriente del Estado de México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localidades para el muestreo

La presente investigación se realizó en cinco municipios ubicados en la región oriente del Estado de México: 1. Amecameca de Juárez ubicada a 19° 07' 40" latitud Norte y a 98° 45' 46" longitud Oeste a 2,480 msnm, 2. Atlautla de Victoria a 19° 01' 38" latitud Norte y a 98° 46' 50" longitud Oeste, situado a 2,360 msnm, 3. Chalco de Días Covarrubias a 19° 15' 53" latitud Norte y a 98° 53' 51" longitud Oeste, situado a 2,240 msnm, 4. Ecatzingo de Hidalgo a 18° 57' 21" latitud Norte y a 98° 45' 10" longitud Oeste, situado a 2,690 msnm, y 5. Tlalmanalco de Velázquez a 19° 12' 16" latitud Norte y a 98° 48' 09" longitud Oeste, situado a 2,390 msnm.

Tamaño de la muestra

Se colectaron 93 muestras de abejas de un inventario de 616 colmenas de apicultores de cinco organizaciones en los municipios mencionados. El tamaño de la muestra representó el 15 % de su inventario total de colmenas destinadas a producir miel. Antes de realizar el muestreo en las colonias se identificaron con un número progresivo. El muestreo se realizó de forma aleatoria como lo indica la SAGARPA (2005). Las muestras se colectaron desde el mes de Junio hasta el mes de agosto del año 2013.

Colecta de las muestras

Las muestras de abejas fueron obtenidas del tercer y cuarto bastidor de la cámara de cría de cada una de las colmenas sorteadas; se sacó el bastidor, se inspeccionó verificando que la reina no se encontrara sobre éste. El bastidor se suspendió y con ayuda de un frasco con alcohol al 70 % para conservar a las abejas, se realizó un barrido de arriba hacia abajo para colectar aproximadamente 300 abejas por cada muestra. Sobre los frascos se colocó una etiqueta para identificar la colmena, la ubicación del apiario, la fecha del muestreo, el nombre del dueño y la dirección del apicultor. Las muestras fueron remitidas al Laboratorio AG S.A. de C.V. en la Ciudad de Celaya, Guanajuato, México para su análisis correspondiente.

Diagnóstico de *V. destructor*

Para determinar la presencia y porcentaje de varroas, se utilizó la prueba de David de Jong; esta técnica consiste en colocar a las abejas en un frasco lleno de agua jabonosa y agitarlas con fuerza durante 2 min.; el contenido se vacía en otro envase, pero se coloca una coladera para retener a las abejas y dejar pasar a los ácaros que son capturados por una manta blanca, con ello se determina su presencia. Para obtener el porcentaje de infestación de varroas, se procede a contar el número de ácaros en la muestra y la cantidad de abejas, se divide el total de ácaros encontrados entre el número de abejas, el resultado se multiplica por 100 (Froylán *et al.*, 2011).

Diagnóstico de *Nosema*

El diagnóstico de la nosemiasis se basa en el examen microscópico del contenido abdominal de 30 abejas adultas. El positivo consiste en observar de forma directa las esporas de *Nosema*. Para el procedimiento se necesita examinar las 30 abejas de la forma siguiente: separar los abdómenes de las abejas y colocarlos en un mortero, adicionar 5 mL de agua destilada para iniciar su macerado, se agregó 1 mL por cada abdomen al final del procedimiento. Los abdómenes macerados se filtran y se coloca una gota del filtrado sobre un porta objetos para teñir con nigrosina, se coloca un cubre objetos sobre la muestra para examinarla a 400X. Las esporas se observan como corpúsculos brillantes y refringentes, su conteo se realiza con ayuda de una cámara de Neubauer (Fries *et al.*, 2013).

Diagnóstico de *Acarapis woodi*

Para determinar la presencia de *Acarapis woodi*, se sostiene a la abeja por el abdomen, con ayuda de unas pinzas de relojero se desprenden su cabeza junto con el primer par de patas para exponer el mesotórax; se ejerce presión hacia adelante del tórax para exponer el sistema traqueal, se desprende el primer anillo torácico. Se localizan las tráqueas para colocarlas sobre un portaobjetos; luego se inspecciona la muestra a 100 aumentos con ayuda del microscopio, para determinar la presencia y la cantidad de ácaros por cada abeja (Bailey, 1984).

Análisis estadístico

Para determinar las diferencias entre los porcentajes de Varroas encontradas en los municipios muestreados, se realizó una transformación ArcoSeno de los porcentajes de mortalidad; se utilizó la prueba “t” de Student para su comparación con el programa estadístico SAS para Windows (2000) con el nivel de significancia del 0.05%.

RESULTADOS

Se detectó la presencia de *Varroa* en todas las colmenas, con niveles de infestación de 0.5 a 22.7 %. El mayor grado de infestación (7.9 %) se encontró en el Municipio de Tlalmanalco ($P \leq 0.05$) comparado con las colmenas de Amecameca, Atlautla y Ecatzingo (3.8, 4.0 y 3.5 %). Las colmenas de Chalco presentaron una infestación promedio de 6.1 % (Figura 1). No se encontró ninguna colmena positiva a *Nosema* y *Acariosis*.

DISCUSIÓN

V. destructor es un ectoparásito obligado de las abejas melíferas causante de la varroasis; de acuerdo a la condición general de la colmena y su población de abejas, la presencia puede ser evidente o pasará inadvertida. El ácaro en la colmena puede incrementar su población hasta 100 veces en un año; por lo tanto, puede causar la muerte de la colonia infestada en un periodo de 2 a 4 años; además puede reducir la producción de miel en un 65 % comparada con abejas libres de ácaros (Medina-Flores *et al.*, 2011).

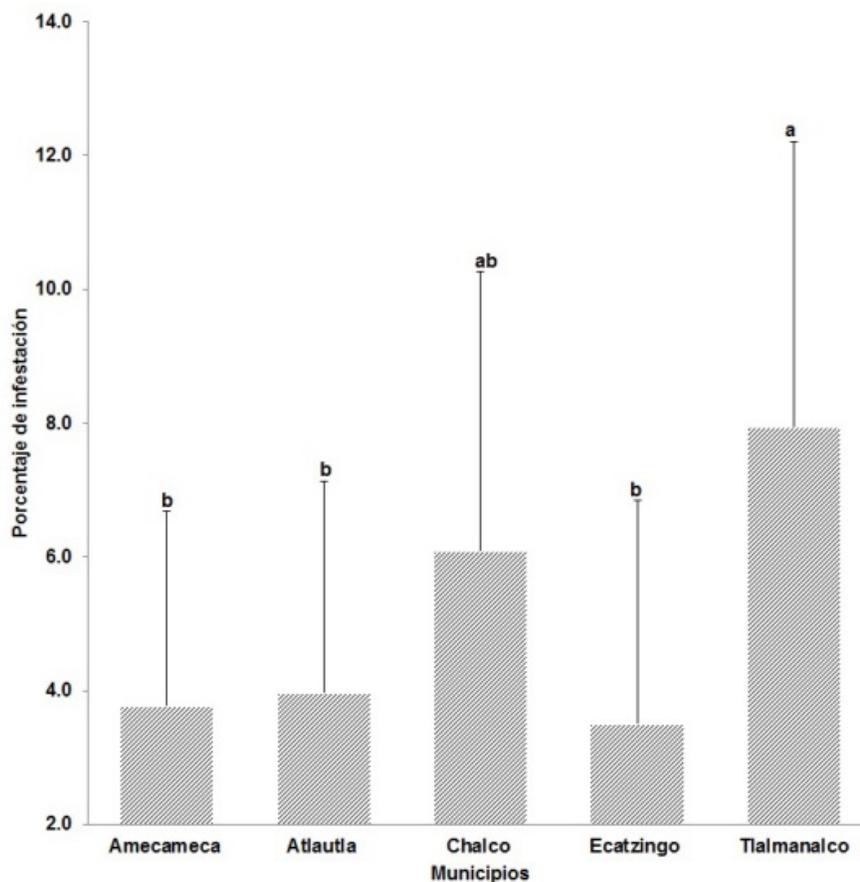


Figura 1. Municipios, promedios de infestación de *V. destructor* y su desviación estándar en colmenas de la zona oriente de Estado de México.

^{a,b} Letras similares sobre las barras no presentan diferencia estadística ($P \leq 0.05$).

En la investigación todas las colmenas fueron positivas a varroasis, lo que representa una presencia de 100 %. Estos resultados superan a los presentados por Calderón *et al.* (2007) en Costa Rica con el 42 %, a los reportados por Hinojosa y González (2004) en Chile (65 %), incluso a los presentados por Medina *et al.* (2014) del 88 % en Zacatecas, México.

Varroa destructor es un parásito obligado de las abejas, donde una presencia tan alta puede ser causada por manejos inadecuados de los tratamientos, abandono general de la actividad, o posiblemente cambios adaptativos del parásito. La presencia superó incluso más del 35 % a enjambres silvestres (62 %), que no reciben tratamiento con niveles de infestación menores al 2 % (Puca *et al.*, 2011).

En abejas africanizadas se presenta un comportamiento evasivo, cuando las abejas abandonan al nido o la colmena, los ácaros se quedan atrapados en las celdillas operculadas, aplicando la sociedad un tratamiento natural (Guzmán-Novoa *et al.*, 2011). En la investigación el 46 % de las colmenas muestreadas supero el 5 % de infestación, resultados que indican un porcentaje relativamente alto para la época del año en que se realizó el muestreo. Los niveles encontrados en esta investigación están por encima de los reportados en Yucatán y el Estado de México (≤ 4 %) (Puca *et al.*, 2011; Medina-Flores *et al.*, 2014); esto significa que a la llegada del néctar y el crecimiento de la colonia los niveles de infestación pueden aumentar.

Las esporas de *Nosema* son resistentes al ambiente, encontrándose en los desechos de las abejas o en la miel; además de permanecer viables durante un año. El número de esporas de *Nosema* se incrementa al aumentar los niveles de infestación de *V. destructor*, debido a la reducción de la hemolinfa en abejas infestadas, favoreciendo la multiplicación de las esporas (Fries *et al.*, 2013).

En la investigación no se encontraron esporas de *Nosema*; las muestras fueron colectadas en el periodo de lluvias, un factor que puede favorecer su incidencia debido a que las abejas no pecorean cuando llueve. *Nosema* se ha reportado con frecuencia en primavera en Chile, estos investigadores indican que la estación del año es un factor predisponente para encontrar esporas (Hinojosa y González, 2004).

En los últimos años se ha relacionado la presencia de *V. destructor* con las esporas de *Nosema*; los ácaros disminuyen la cantidad de hemolinfa en las abejas cuando se alimentan, ocasionando que *Nosema* se reproduzca con una mayor intensidad (Fries *et al.*, 2013); sin embargo, no existen suficientes estudios que indiquen la incidencia y los niveles de infestación de *Nosema* en diversas regiones del país. Las investigaciones sugieren que *Nosema* no es un problema grave en el país (Hinojosa y González, 2004; Fries *et al.*, 2013). No es una regla encontrar ambas enfermedades, por ejemplo Williams *et al.* (2010) no encontraron evidencia de *V. destructor* con incidencias del 48 % de *Nosema* en Canadá.

A. woodi es un ácaro que vive en las tráqueas de las abejas adultas, es microscópico y se alimenta de la hemolinfa; *A. woodi* entra, vive y se reproduce en las tráqueas que se comunican con el primer par de espiráculos torácicos de las abejas adultas (Bailey, 1984). Por su ubicación, su diagnóstico es directo; una infestación nula es cuando no se encuentra ningún ácaro; una infestación baja cuando hay menos de 15 ácaros por abeja; alta, cuando hay más o las tráqueas se encuentra necrosada (Hinojosa y González, 2004; Fries *et al.*, 2013).

En este estudio no se determinó la presencia del ácaro en ninguna muestra; no hay evidencias de reportes anteriores oficiales en la zona; sin embargo, estos resultados son parecidos a los encontrados por Calderón *et al.* (2007) en Costa Rica en 262 muestras. Por lo que se sugiere un descenso drástico de esta parasitosis en la zona, debido a la aplicación de tratamientos con ácido fórmico contra *V. destructor*, controlando de forma indirecta al ácaro *A. woodi* (Avila-Ramos, 2010).

CONCLUSIÓN

La presencia de *Varroa destructor* en colmenas de la zona oriente del Estado de México fue del 100 %; el 46.2 % de las colonias muestreadas presentó niveles de infestación de varroas superiores al 5 %. La presencia de *Nosema apis* y *Acarapis woodi* fue negativa en todas las colmenas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores dan las gracias por el apoyo recibido a la empresa Green-agro, especialmente al M en C. Fernando Rodríguez Abundis por los trámites realizados para analizar las muestras. A todos los apicultores participantes del Corredor Apícola 2013, quienes dedicaron su tiempo, su entusiasmo y su voluntad para coleccionar las muestras en los apiarios.

LITERATURA CITADA

- AVILA-RAMOS, F. Ácido fórmico en gel para regular su evaporación. *Ciencia ergo sum*. 2010. (17)1:67-71.
- BRANCO MR, Kidd NAC, Pickard RS. A comparative evaluation of sampling methods for *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) population estimation. *Apidologie*. 2006. 37(4):452-461. doi: 10.1051/apido:2006010.
- CALDERÓN RA, Fallas N, Sánchez LA. Detección de enfermedades de abejas africanizadas en Costa Rica. *Ciencias Veterinarias*. 2007. 25(2):2235-2348.
- CEPERO A, Martín-Hernández R, Prieto L, Gómez-Moracho T, Martínez-Salvador A, Bartolomé C, Maside X, Meana A, Higes M. Is *Acarapis woodi* a single species? A new PCR protocol to evaluate its prevalence. *Parasitol Res*. 2015. 114(2):651-658. doi: 10.1007/s00436-014-4229-6.

- FORSGREN E, Fries I. Comparative virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in individual European honey bees. *Veterinary Parasitology*. 2010. 170(3):212-217. doi:10.1016/j.vetpar.2010.02.010.
- FRIES I, Marie-Pierre C, Yan-Ping C, Doublet V, Genersch E, Gisder S, Higes M, McMahon PD, Martín-Hernández R, Natsopoulou M, Paxton JR, Tanner G, Webster CT, Williams GR. Standard methods for *Nosema* research. *Journal of Apicultural Research*. 2013. 53(1):1-28. doi 10.3896/IBRA.1.52.1.14.
- FROYLÁN MCJ, Alcalá EACI, Leal HM, Vivas RJA, Martínez EA. Prevención de varroosis y suplementación. Folleto Técnico Núm. 6. México, D.F. 2011:14-15. ISBN:978-607-425-555-2.
- GUZMÁN-NOVOA E, Correa-Benitez A, Espinoza-Montaña LG, Guzmán-Novoa G. Colonización, impacto y control de las abejas melíferas Africanizadas en México. *Veterinaria Mexico*. 2011. 42(2):149-178.
- HINOJOSA A, González D. Prevalencia de parásitos en *Apis mellifera* L en colmenares del secano costero e interior de la VI Región, Chile. *Parasitología latinoamericana*. 2004. 59(3-4):137-141.
- MEDINA-FLORES CA, Guzmán-Novoa E, Aréchiga-Flores CF, Aguilera-Soto JI, Gutiérrez-Piña JF. Effect of *Varroa destructor* infestations on honey yields of *Apis mellifera* colonies in Mexico's semiarid high plateau. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2011. 2(3):313-317.
- MEDINA-FLORES CA, Guzmán-Novoa E, Espinoza-Montaña LG, Uribe-Rubio JL, Gutiérrez-Luna R, Gutiérrez-Piña FJ. Frequency of varroosis and nosemosis in honeybee (*Apis mellifera*) colonies in the state of Zacatecas, Mexico. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 2014. (3):159-167.
- MEGHAN OM, Toan VT, Wei-Fong H, Leellen FS, David RT, Frank L, Zachary YH. Comparative virulence and competition between *Nosema apis* and *Nosema ceranae* in honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Invertebrate Pathology*. 2015. 125: 9-15. doi:10.1016/j.jip.2014.12.006.
- PUCA JFM, Medina LM, Ventura GAC. Frecuencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en colonias manejadas y enjambres silvestres de abejas (*Apis mellifera*) en Mérida, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2011. 2(1):25-38.
- RODRÍGUEZ-DEHAIBES SR, Otero-Colina G, Pardo-Sedas V, Villanueva-Jiménez J. Resistance to amitraz and flumethrin in *Varroa destructor* populations from Veracruz, Mexico. *Journal of Apicultural Research*. 2005. 44(3):124-125.
- ROSENKRANZ P, Aumeier P, Ziegelmann B. Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal Invertebrate Pathology*. 2010.103(1):96-119. doi: 10.1016/j.jip.2009.07.016.
- SAS. 2000. *SAS/STAT User's Guide: Version 6*. 4th ed. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 1994. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ZOO-1994, campaña contra la varroasis de las abejas. Diario Oficial. 28 de diciembre de 2005.

SAGARPA 2014. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Manual de patología apícola. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana. Coordinación General de Ganadería.

SANTILLÁN-GALICIA MT, Bal BV, Clark IJS, Alderson PG. Slow bee paralysis virus and its transmission in honey bee pupae by *Varroa destructor*. Journal Apicultural Research. 2014. 53(1):146-154.

ULLOA JA, Modragón CPM, Rodríguez RR, Reséndis VJA, Rosas UP. La miel de abeja y su importancia. Revista Fuente. 2010. 2(4):11-18.

WILLIAMS GR, Head K, Burguer-MacLellan KL, Richards EL, Shutler RS. Parasitic mites and microsporidians in managed western honey bee colonies on the island of Newfoundland, Canada. The Canadian Entomologist. 2010. 142(6):584-588. doi: <http://dx.doi.org/10.4039/n10-029>.

ZAMORA G, Van Veen JW. The reproductive rate of *Varroa destructor* in drone brood of Africanized honey bees. Journal of Apicultural Research. 2007. 46(3):140-143. doi 10.1007/s10493-012-9518-0.

Artículo Original. Mayo-Agosto 2016; 6(2): 39-53. Recibido: 04/02/2016. Aceptado: 31/05/2016

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2016.62.4>

Sustainability evaluation of two system production sheep in Yucatán, México

Evaluación de la sustentabilidad de dos unidades de producción ovina en Yucatán, México

**Montes-Pérez Rubén^{1*}, Ceballos-Mendoza Alejandra¹, Novelo-Chi Lucelmi¹,
Palma-Ávila Israel¹, Magaña-Monforte Juan¹, Sierra-Vásquez Ángel²**

¹C.A. UADY-CA-41. Reproducción y Mejoramiento Genético Animal en el Trópico. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán. México. ²C.A. ITCON-CA-5. Biotecnología y Genética en la Producción Pecuaria Tropical. Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán. México. *Autor responsable y correspondencia: Montes-Pérez Rubén. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xmatkuil km 15.5. CP. 97315 Mérida, Yucatán, México. Correo electrónico: mperez@correo.uady.mx

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la sustentabilidad de dos sistemas de producción de ovinos de pelo en el estado de Yucatán en el año 2011, utilizando el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad. Se describen los datos prediales de cada sistema, se aplicó una cedula de entrevista a los encargados de cada sistema: el primero denominado Acapulco y el segundo San Francisco, se realizó una consulta a campesino empírico experto en conservación y diversidad de tipos de vegetación de Yucatán, también se utilizó la técnica de observación participante para generar información sobre los puntos críticos y medición de los indicadores, además se efectuó una investigación bibliográfica para obtener los valores óptimos para cada indicador, se elaboró una gráfica de amiba para concluir y hacer recomendaciones para cada sistema analizado. Acapulco presentó vulnerabilidad en los indicadores de producción de corderos/ha, utilidad neta/cordero, conservación y diversidad de vegetación, innovación tecnológica. San Francisco fue vulnerable en innovación tecnológica y participación en asambleas. Se concluye que ambos sistemas no son sustentables en todos los indicadores. Existen factores externos a los dos sistemas que los tornan vulnerables, en el contexto de sustentabilidad ambiental y económica, San Francisco presentó fortalezas que no tuvo Acapulco.

Palabras clave: Análisis multicriterio, sistema agropecuario, MESMIS.

ABSTRACT

The objective was to assess the sustainability of two systems of hair sheep production in the state of Yucatan in 2011, using the Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators. Parcel data of each system are described an identification card interview was applied to those responsible for each system: the first called Acapulco and the second San Francisco, a consultation was held to expert empirical peasant conservation and diversity of vegetation types Yucatan the technique of participant observation was also used to generate information on critical and measurement of indicators points, plus bibliographical research was carried out to obtain the optimum values for each indicator, a graph of amoeba was prepared to conclude and make recommendations for each system analyzed. Acapulco indicators showed vulnerability in the production of lambs / ha, net / lamb utility, conservation and diversity of vegetation, technological innovation. San Francisco was vulnerable in technological innovation and participation in assemblies. It is concluded that both systems are not sustainable in all indicators. There are factors external to the two systems that make them vulnerable in the context of environmental and economic sustainability, San Francisco presented strengths that did not Acapulco.

Keywords: Multicriterial analysis, farming system, MESMIS.

INTRODUCCIÓN

Las evaluaciones de granjas de producción ovina generalmente se enfocan en dirección económica o técnica (Dzib-Can *et al.*, 2006; Bocco *et al.*, 2007; Galaviz-Rodríguez *et al.*, 2011). Este tipo de análisis que usan uno o dos criterios de evaluación, llamados evaluaciones monocriteriales, expresan interpretaciones parciales de procesos complejos. El análisis multicriterio presenta la posibilidad de hacer evaluaciones de sistemas, incluyendo criterios biológicos, económicos y sociales simultáneamente; caracteriza al sistema por sus componentes, también por las interacciones entre ellos, especialmente los que se aplican para el análisis de la sustentabilidad (Corral y Quintero, 2007).

El estudio de la sustentabilidad es de naturaleza compleja, ya que en ella se abordan distintas disciplinas como son la social, política, económica y ambiental (Sarandon y Flores, 2009). En México la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (DOF, 2012) en el artículo 3, ordinal XI, define al desarrollo sustentable como: “El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras”. Por consecuencia la sustentabilidad requiere ser valorada en cualquier sistema de producción, para ello es necesario diseñar indicadores que integren tres áreas importantes de la sustentabilidad: la económica, la social y ambiental. El sistema que al ser evaluado logre minimizar el impacto ambiental, sea económicamente viable y socialmente aceptada, estará cerca de la sustentabilidad.

Existen varios marcos conceptuales dirigidos a la evaluación de la sustentabilidad, entre ellos están: la Presión-Estado-Respuesta (PER), el Marco para la Evaluación del Manejo Sustentable de Tierras (FESLM), el Mapeo Analítico Reflexivo y Participativo de la Sustentabilidad (MARPS) y el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), que ha sido validado en diferentes regiones de México, y aplicado en Ecuador y Colombia para aproximarse a la evaluación de la sustentabilidad en unidades de producción agropecuaria (Cárdenas *et al.*, 2006; Astier *et al.*, 2008; Villavicencio, 2014).

El objetivo del presente estudio fue evaluar dos sistemas de producción de ovinos de pelo en el estado de Yucatán en el año 2011, utilizando modelo MESMIS.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos granjas de ovinos ubicadas en el municipio de Yaxcabá, Yucatán, México. Yaxcabá es uno de los 106 municipios que constituyen el estado de Yucatán. Se localiza en el centro del estado entre las coordenadas geográficas 20° 12' y 20° 46' de latitud norte, y 88° 34' y 89° 02' de longitud oeste; a una altitud entre 7 y 10 metros sobre el nivel del mar. El clima es cálido subhúmedo, clasificación Aw₀ (x') (i') g, con lluvias en verano y ligera estacionalidad térmica y pluvial en dos periodos del año (Durán y Méndez, 2010). La Figura 1 muestra la ubicación geográfica del municipio de Yaxcabá en Yucatán, México.



Figura 1. Ubicación del municipio de Yaxcabá en Yucatán.

Las unidades de producción ovina se denominan Rancho San Francisco (sistema alternativo) y Rancho Acapulco (sistema de referencia), en éstas se utilizó el método MESMIS para evaluar la sustentabilidad de ambas (Cárdenas *et al.*, 2006; Gutiérrez *et al.*, 2011).

El análisis se aplicó con datos recabados en el año 2011. La aplicación del método consistió de las siguientes etapas: Definición del objeto de evaluación, en esta etapa se caracterizaron ambos sistemas y se determinó que el Rancho Acapulco fuera el sistema de referencia y el Rancho San Francisco el alternativo. Determinación de los puntos críticos, son las características que tornan vulnerable a cada sistema, o los componentes que le conceden fortaleza, diagnosticar los puntos críticos determina la dirección del proceso de evaluación. Selección de criterios de diagnóstico e indicadores, los criterios fueron: eficiencia, distribución de costos y beneficios, conservación de recursos, diversidad, capacidad de innovación, participación, control y organización.

A partir de estos criterios se identificaron los indicadores que muestran cuantitativamente el estado en que se encuentra cada sistema. Medición y monitoreo de indicadores, en esta etapa la información generada, se organizó, analizó y se agruparon por el área de evaluación: económica, social y ambiental.

Los métodos de medición que se utilizaron en este trabajo fueron la entrevista, la observación participante y la revisión de literatura. En las entrevistas se aplicaron preguntas basadas en los atributos y criterios de diagnóstico, de estos se identificaron los puntos críticos y se diseñaron los indicadores. La observación participante se aplicó mediante visitas de campo, con los datos primarios generados se obtuvo información de los atributos de la productividad, equidad, estabilidad, adaptabilidad, autoconfianza y los indicadores complementarios (Astier *et al.*, 2008).

En la evaluación de la conservación de la vegetación y diversidad de especies nativas, como forraje para alimento para las ovejas en ambos sistemas, se utilizó el método de entrevista a experto; se eligió a un campesino con experiencia en conocimiento ecológico tradicional sobre la vegetación nativa y de tipos de suelo de Yucatán, el Sr. Martín Poot, originario de Yaxcabá, Yucatán, el cual trabajó por más de 60 años en el campo y conoce con exactitud los cambios que ocurren en éste con el paso del tiempo. Este campesino fue capaz de valorar un terreno a partir de su fisonomía, nos mostró un monte de su propiedad que tuvo más de 30 años que no se había trabajado, para compararlo con los terrenos de las dos unidades de estudio, se le pidió que calificara en una escala del 1 al 10 el nivel de cambio de la vegetación nativa en las dos unidades, y cuál era el nivel de diversidad de especies forrajeras de las mismas, siendo 1 el nivel más bajo y 10 el nivel más alto.

La estimación de la cantidad de corderos finalizados al año se efectuó con la cantidad de hembras adultas por rancho, la fertilidad y prolificidad de cada rancho, mortalidad al destete de 5% y 1.5 partos por hembra al año (Cantón y Góngora, 2009), para relacionarlo con la cantidad de corderos finalizados y vendidos al año. La proporción de corderos finalizados se calculó mediante la fórmula: $\text{Proporción corderos finalizados} = (\text{corderos finalizados por rancho} / \text{cantidad estimada de corderos finalizados al año por rancho}) \times 100$. Se generaron siete puntos críticos y ocho indicadores que contenían las tres áreas de evaluación.

En la Tabla 1 se presenta la matriz MESMIS que se aplicó para evaluar ambos sistemas, se identificaron los criterios de diagnóstico, puntos críticos, indicadores, área de evaluación y método de medición. Los resultados se presentan mediante cuadro de información por indicador, donde se observan los valores medidos en cada sistema respecto al valor óptimo, estos se integraron y graficaron en el diagrama de amiba en

unidades de porcentaje, en esta sección terminó el análisis de información. El método MESMIS finaliza con las recomendaciones para aumentar la sustentabilidad en cada sistema analizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización de los dos sistemas productivos de ovino se describe a continuación: el rancho Acapulco, es un sistema de engorda intensivo para la producción de ovinos para carne; contaba con 119 hembras, 8 lactantes, 44 primas, 56 crías y 3 sementales; uno raza Pelibuey, un Dorper blanco y un Katahdin.

El terreno presentó una superficie de 35 ha, dividido de la siguiente manera: 4 potreros de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) para corte, de una hectárea cada uno. 4000 m² de zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*), 800 m² de zacate aruana (*P. maximum* cv. *Aruana*), 0.5 ha ocupadas por el casco de la unidad, 2 ha y 4000 m² de vegetación secundaria de 5 años de antigüedad y 26 ha y 2000 m² de vegetación nativa de 15 a 20 años de antigüedad.

En esta unidad se encontraron ocho corrales con piso de concreto, con una dimensión de 20 m² y dos con piso elevado para la engorda, cada una con superficie de 16 m². Disponía de servicios básicos de luz y agua. Contaba con una bomba para agua de 15 caballos de fuerza, sistema de riego para las parcelas de pasto Taiwán y Aruana, con 11 aspersores grandes y 13 aspersores chicos, picadora de 15 HP, máquina para moler maíz y sorgo de 15 HP, mezcladora de alimento, revolvedora para hacer bloques de melaza, 3 carretillas, 2 palas, 2 coas, 1 barreta, 1 pico, cerco eléctrico en 4 ha, 5 tambos para almacenar alimento con capacidad de 200 kg, cuyo valor total se estimó en \$127,926.00.

Laboraban 2 trabajadores fijos, su sueldo base fue de \$700.00 por cada uno a la semana. Disponía con servicios de un médico veterinario que laboraba 3 días a la semana, para revisar a los animales y dar tratamientos específicos para cada problema de salud, el sueldo a devengar fue de \$ 750.00 semanal. De esta unidad dependen 4 familias.

El total de alimento al año para las ovejas fue de 36,354 kg, con un costo de \$108,441.50; la ganancia de peso de los ovinos fue de 250 g/día. La fertilidad de 83%, con una prolificidad de 1.4 crías/parto. El costo total anual fue de \$236752.50. La venta total anual fue de 132 animales, que representaron 5,280 kg, lo cual generó \$142,560.00. La utilidad anual fue de -\$94,192.50 y la utilidad anual por borrego fue de -\$713.37.

Tabla 1. Componentes de la evaluación de los sistemas Acapulco (referencia) y San Francisco (alternativo)

Atributo	Criterios de Diagnóstico	Puntos críticos	Indicadores
Productividad	Eficiencia	Baja producción de carne	Producción de corderos/superficie Proporción de corderos finalizados
Equidad	Distribución de costos y beneficios	Limitado abasto familiar de carne para consumo. Bajos ingresos de producción	Grado de autosuficiencia alimentaria. Utilidad neta anual/cordero.
Estabilidad	Conservación de Recursos Naturales Biodiversidad de especies o familias forrajeras	Alta deforestación del monte. Mal manejo de especies forrajeras nativas	Conservación de la vegetación. Diversidad de especies nativas como forraje para alimentos de ovejas.
Adaptabilidad	Capacidad de innovación	Fracaso en la aplicación de paquetes tecnológicos.	Grado de aplicación de innovación tecnológica
Autoconfianza	Participación y organización comunitaria de productores	Bajo grado de colaboración entre productores	Participación en asambleas ejidales o comunales de productores.

El rancho San Francisco, es un sistema de pastoreo en monte nativo para la producción de ovinos para carne. El total de animales fue el siguiente: 50 hembras, 11 destetes machos de 25 kg promedio, 13 destetes hembras de 20 kg promedio, 5 corderos lechales y un semental pelibuey. La superficie del predio fue de 8 ha, con dos parcelas de 800 m² de zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*) para pastorear y 400 m² de Taiwán (*Pennisetum purpureum*) para corte. El terreno restante (7.88 ha) se encontró con vegetación nativa de 15 a 20 años de antigüedad.

Esta unidad disponía de 2 corrales de piso de concreto, con una dimensión de 25 m² cada uno. No se tuvo registros de producción de forraje anual de las plantaciones en ambos ranchos. El inventario de equipo y herramientas fue una veleta para bombear agua, 2 coas, 1 pico, 1 pala y riego por manguera. El costo estimado fue de \$7,500.00. La mano de obra estuvo a cargo del dueño, cuyo salario estimado fue de \$750.00 semanal. La cantidad de alimento anual fue de 662.5 kg, cuyo costo representó de \$1,993.77.

La ganancia de peso de los animales fue de 180 g/día, la fertilidad de 79% y la prolificidad de 1.3 crías/parto. El costo total anual fue de \$44,753.77; el ingreso total anual por la venta de 60 animales, representó 2,100 kg de carne con un total de \$50,400.00. La utilidad anual fue de \$5,646.23 y la utilidad anual por borrego fue de \$94.10.

En ambas unidades no se registró la mortalidad al destete, ni la cantidad de partos por borrega al año. La cantidad esperada de corderos finalizados al año para el rancho Acapulco fue de 197 y de 73 para San Francisco.

En la tabla 2 se presentan los valores de los indicadores con base en los parámetros obtenidos en la literatura o determinados por la información disponible en cada rancho. En la figura 2 se muestra el valor de cada indicador en porcentaje de los dos ranchos, respecto de los parámetros o criterios para el óptimo, en forma de gráfica de Amiba.

El rancho Acapulco (Sistema de referencia), presentó indicadores menores en productividad que el rancho San Francisco (Sistema alternativo), a pesar de que este último tuvo mayor infraestructura. La proporción de corderos finalizados fue bajo comparada con el rancho San Francisco.

Es posible que sea el resultado de la deficiente administración de los recursos, FIRA (2010), reporta que en Yucatán, el 70% de los ovinocultores no efectúa una eficiente administración de sus explotaciones, debido a que no tienen registros de indicadores productivos y financieros; por tanto no evalúan sus actividades agropecuarias, lo que genera pérdidas económicas; tal como sucede en ambos ranchos, pero con mayor vulnerabilidad en el sistema de referencia. Además este sistema subutiliza la superficie disponible del monte, que genera biomasa vegetal para forraje de consumo; situación que resulta útil para la producción de corderos finalizados; también en el indicador de utilidad neta anual/ovino fue menor en el rancho Acapulco, frente a San Francisco, y de la misma manera en los indicadores ambientales de conservación y diversidad de vegetación.

Tabla 2. Valores de cada indicador respecto al parámetro identificado en las referencias bibliográficas o determinado por la información disponible en cada rancho.

Indicador	Rancho Acapulco	Rancho San Francisco	Óptimo 100%	Criterio para el óptimo
Proporción de corderos finalizados	132/197	60/73	197, respectivamente	73 Cantón y Góngora (2009)
Producción de corderos/ha	3.77	7.5	8.5/ha mínimo	Cantón y Góngora (2009)
Grado de autosuficiencia alimentaria	0.5	0.5	1.0	Valor respecto al informante
Utilidad neta anual/ovino	-\$713.37	\$94.10	\$280.00	Pérez et al. (2011)
Conservación de la vegetación	4	8	10	Criterio de experto en conocimiento ecológico tradicional
Diversidad de la vegetación	4	8	10	Criterio de experto en conocimiento ecológico tradicional
Grado de aplicación de innovación tecnológica	0	0	21	Cantidad de animales de comercial recibidos
Participación en asambleas ejidales o comunitarias de productores	8	6	10	Valor máximo

Un factor importante que determina los beneficios económicos del sistema productivo es el mercado. El consumo de la carne ovina disminuyó en el periodo del 2000 al 2010, de la misma manera que las importaciones de carne; sin embargo el consumo aparente no se cubre con la producción nacional (CIBO, 2013), y los precios de borrego en pie aumentaron entre 2006 a 2010, de \$18.0 a \$25.00/kg, siendo más alto para el cordero (\$24.50 a \$35.00/kg) (Gómez, 2011).

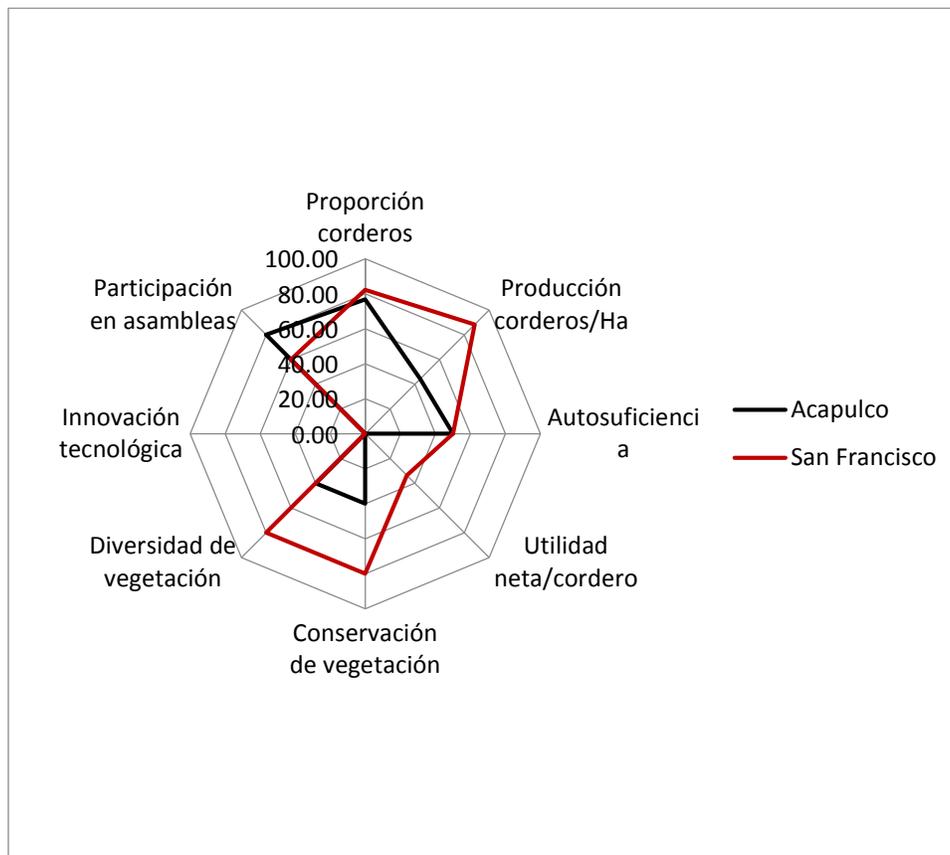


Figura 2. Gráfica de amiba de los indicadores de los sistemas de producción ovina, referencia (Acapulco) y alternativo (San Francisco), con valores en porcentaje.

Este escenario coloca a la producción de ovinos en oportunidad de negocio cuya utilidad neta anual esperada es de \$280.00/borrego (Perez *et al.*, 2011), pero los dos sistemas no alcanzaron este valor de venta en el mercado al que surten, por tanto necesitan acceder a un mejor mercado; para lograrlo es importante fundar la Red Nacional de Productores, para comercializar cordero finalizado de 40 a 45 kg.

Combinado con lo anterior, es importante efectuar la siguiente estrategia, establecer centros de acopio vinculados a rastros Tipo Inspección Federal (TIF) y ofrecer la carne en cortes de alto valor, los cuales serán colocados en los puntos de venta, sin descuidar el mercado tradicional de consumo de vísceras, carne en canal y piel (Gómez, 2011).

Existe poca integración de los productores en la cadena de valor, por tanto aumenta la vulnerabilidad de los mismos en ambos sistemas (CIBO, 2013), este rasgo se relaciona con los atributos de adaptabilidad y auto-confianza, puesto que los indicadores de grado de innovación tecnológica y participación en asambleas ejidales o gremiales de productores son de 0% (rancho Acapulco) y 0% (rancho San Francisco), para el primer

indicador, y de 80 y 60% para el segundo, respectivamente. Especialmente los valores nulos en innovación tecnológica, expresa su fracaso en la implementación de la transferencia tecnológica de las instituciones gubernamentales para favorecer la producción de ovinos en las micro y pequeñas empresas, tal como lo son estos dos sistemas. Los argumentos mencionados por los dos propietarios son que la transferencia tecnológica no ha sido exitosa, debido a la falta de capacitación para desarrollar un sistema comercial de producción de ovinos, la falta de apoyo para acceder al mercado adecuado, y no dar continuidad al apoyo para aumentar la productividad en los dos sistemas ya establecidos con las razas que utilizan.

La aplicación de la transferencia tecnológica ha sido analizada previamente por Damián *et al* (2007), quien argumenta que los principales factores que limitan el uso y la aplicación correcta de la tecnología son: el acceso limitado a factores de la producción, la relevancia de las prácticas tradicionales, el desempeño de otras actividades complementarias, los bajos ingresos, la migración y la escasa asesoría técnica; argumentos que convergen con los mencionados por los ovinocultores de este estudio.

Los casos exitosos donde la transferencia tecnológica mejoró los indicadores productivos y económicos de las unidades de producción ovina en el estado de México (Espejel-García *et al.*, 2015), está acompañada de las siguientes condiciones, que los ovinocultores poseyeran rebaños con más de 30 borregos, al menos tres ha para siembra de cultivos, especialmente maíz y el acompañamiento durante 10 meses para brindar asistencia técnica y capacitación, en este sentido Zarazúa *et al.* (2009) menciona que las Agencias para la Gestión de la Innovación efectúan la implementación de las transferencias tecnológicas, en diez entidades federativas (Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nayarit, Querétaro, Tabasco y Tlaxcala), abarcando un total de veinte redes de valor en nueve cadenas agroalimentarias y giros (hortalizas en invernadero, ovinos, cacao orgánico y convencional, bovinos, palma de aceite, aguacate, ganado criollo para rodeo, turismo rural y pequeña agroindustria). Por tanto es importante consolidar la cadena de valor, a través de la adecuada estructuración de los principales eslabones de ésta, que son los productores, proveedores de insumos, acopiadores-transformadores y el consumidor final.

La solución para resolver la estructuración de las cadenas de valor rebasa los aspectos tecnológicos, deben incluirse los factores de organización, capacitación, asesoría técnica, financiamiento, infraestructura, industrialización y comercialización. Es muy importante enfatizar la importancia de la interdependencia entre estos factores, porque el uso de la tecnología no es el principal elemento que resuelva el rezago para mejorar la productividad del agro mexicano (Espejel-García *et al.*, 2015).

Otro rasgo importante que podría explicar por qué el rancho Acapulco (sistema de referencia) no tuvo utilidad neta/cordero, sería la deficiente administración de los recursos económicos, entre ellos los altos costos de alimentación. Los gastos de alimentación en el rancho Acapulco representaron el 45.8% del total, mientras que en el San Francisco fue de 4.45%. Existen gastos diferenciados en la cantidad de alimento suministrado a los animales, siendo menores para San Francisco, el resultado de este tipo de manejo se observó reflejado en la prolificidad y en la ganancia de peso de los animales en engorda, siendo menores también en San Francisco. Perez *et al.* (2011) reporta que los corderos finalizados alcanzan 45 kg de peso, si el manejo nutricional es a base de maíz en grano (53 a 57%), harinas de ave (7%), pasta de soya (7.5%), salvado de trigo (8%), rastrojo de maíz (18%); pero esta tecnología torna a este tipo de alimentación basada en granos, vulnerable para competir en el mercado (CIBO, 2013), debido a que en México la adquisición de maíz es limitado porque tuvieron altos costos en el periodo de 2012-2013, a causa de ser grano importado y por presiones de mercado, de manera que la mayoría de campesinos que son de bajos recursos, producen maíz principalmente para autoconsumo y tienen bajos rendimientos de maíz y monetarios (Financiera Nacional de Desarrollo, Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero, 2014; Guzmán *et al.*, 2009; De la Madrid, 2009). No se disponía de los indicadores de mortalidad, por tanto no se supo cuánto fue la pérdida por corderos en diferentes edades; sin embargo, los datos de la fertilidad en rancho Acapulco fueron mayores a San Francisco, así como la prolificidad, pero sus costos totales fueron diferentes entre ambos, a pesar de que los ingresos fueron menores en San Francisco la utilidad neta/cordero fue mayor en San Francisco.

Los gastos en equipo y mano de obra en rancho Acapulco y en el San Francisco representaron 3.17% y 51.07% vs 1.698 % y 93.847%, respectivamente. Los gastos en mano de obra en ambos ranchos son los más altos respecto del total, pero porcentualmente es aún mayor en San Francisco. De acuerdo a Dzib-Can *et al.* (2006) el rancho San Francisco corresponde a una unidad de producción de tecnificación media, dedicada a la venta y autoconsumo, cuya alimentación es de pastoreo en monte nativo, la cual es viable económicamente; mientras que el rancho Acapulco es una unidad de producción con alta tecnificación, cuya finalidad es la venta, y el sistema de alimentación es por escaso pastoreo en monte nativo y por forraje cultivado, pero no es viable; sin embargo, la producción de corderos/ha demuestra que el rancho San Francisco es más eficiente que Acapulco; en términos del uso del suelo, en virtud de que San Francisco utiliza la mayor parte de sus recursos florísticos de vegetación nativa de la cual se alimentan los borregos, situación que en los párrafos posteriores se vinculará con la importancia de la diversidad vegetal.

En este aspecto los resultados del análisis técnico y económico de ambas unidades convergen con lo reportado por Dzib-Can *et al.* (2006), sin embargo son diferentes a lo

publicado por De la Madrid (2009), el cual menciona que la producción agrícola de minifundios dedicadas al autoconsumo, tienen bajas utilidades; por tanto difícilmente son sujetos de crédito por entidades financiadoras, creando un círculo vicioso de bajos ingresos, autoconsumo y baja inversión; generando condiciones de miseria y atraso, y concluye que el minifundio es un serio obstáculo para el progreso del campo en México. Los indicadores relacionados con el criterio ambiental en este artículo son la conservación y diversidad de la vegetación en cada sistema de producción, en ambos casos fue mayor en el sistema alternativo (San Francisco), característico de los sistemas con baja tecnificación, porque dependen en gran medida del forraje nativo (Dzib-Can *et al.*, 2006), se ha reportado que los ovinos consumen forraje nativo de *E. cyclocarpum*, *M. deeringiana* o *G. ulmifolia*, que son fuentes de proteína, y los animales presentan ganancias diarias de peso de 177g/animal (Pérez *et al.*, 2011). Pero otro aspecto importante son los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas naturales; por tanto las unidades de producción agropecuaria deberían ser analizadas como agroecosistemas, donde la utilización de los recursos sería desde el enfoque de sustentabilidad (Sarandon y Flores, 2009), porque los servicios ambientales tienen importancia igual o mayor que los enfoques económicos del análisis; en virtud de que estos servicios ofrecen los siguientes beneficios a la humanidad: La regulación del clima y el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, la provisión de agua en calidad y cantidad suficientes, la generación de oxígeno, el control de la erosión; así como la generación, conservación y recuperación de suelos, la captura de carbono y la asimilación de diversos contaminantes, la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y las formas de vida, la polinización de plantas y el control biológico de plagas; la degradación y el reciclaje de desechos orgánicos, la belleza del paisaje y la recreación (Challenger, 2009).

Los agroecosistemas que poseen alta diversidad de poblaciones biológicas, es decir que simulan los ecosistemas naturales de América, como los policultivos o las fincas que utilizan métodos de conservación del agua y suelo, reducido uso de insumos químicos o la ausencia de ellos, cultivos de cubierta, prácticas agroforestales, aplicación de fertilizantes orgánicos y manejo integrado de plagas; presentan propiedades de estabilidad de la producción, mayor eficacia de la utilización de recursos porque complementan el uso de ellos, las interacciones de protooperación o simbiosis entre especies, que son benéficas como las bacterias nitrificantes en los nódulos de leguminosas, así mismo disminuyen el efecto nocivo de poblaciones invasivas o plaga por la concentración de recursos en el mismo territorio; mediante interacciones negativas como la depredación, parasitismo en relaciones huésped-hospedero y la competencia entre especies que utilizan los mismos recursos (Nicholls *et al.*, 2015). Además de que son más resistentes a siniestros naturales como el huracán Mitch, reportado por Nicholls y Altieri (2012) en las fincas agroecológicas de Centroamérica.

Con base en los resultado de la investigación, se hacen las siguientes recomendaciones.- En el rancho Acapulco, es necesario reintroducir especies de flora nativa forrajera, reducir el consumo de alimento balaceado, aprovechar el monte y vegetación secundaria, mediante el establecimiento de un sistema silvopastoril intensivo, para reducir la dependencia del alimento balanceado, efectuar la evaluación periódica del rancho a partir de indicadores productivos, reproductivos y sanitarios; para corregir deficiencias administrativas y técnicas que vulneran al sistema, e ingresar a un mejor mercado.

En el rancho San Francisco, es necesario ingresar a mejor mercado, aumentar los valores de indicadores reproductivos, productivos y sanitarios, mantener la conservación la vegetación de selva, y establecer en predios adjuntos con vegetación secundaria un sistema silvopastoril intensivo, que ha mostrado ser benéfico con el ambiente y económicamente viable. En ambos sistemas se sugiere planear puntos de venta directo al consumidor, mediante formación de asociaciones de productores y proveedores de productos cárnicos de borrego, y fortalecer la cadena de valor a través de alianzas estratégicas con los eslabones de la cadena.

CONCLUSIÓN

Ninguno de los dos sistemas fue totalmente sustentable, pero el rancho San Francisco (sistema Alternativo) es más sustentable ambiental y económicamente; porque mantiene mayor diversidad de plantas nativas, tiene utilidad neta/cordero positiva y menor dependencia de insumos externos que el rancho Acapulco (sistema de Referencia). Existen factores internos y externos a los dos sistemas analizados, que generan los puntos críticos desfavorables, tres de ellos son decisivos: la vulnerabilidad de los productores de ovinos dentro de la cadena de valor del sistema-producto ovino, la implementación no consolidada de las políticas públicas para efectuar la transferencia de tecnología exitosa, y la deficiente administración integral en las unidades de producción.

LITERATURA CITADA

- ASTIER M, Masera RO, Galván-Miyoshi Y. Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. SEAE/CIGA/CIEco/UNAM/GIRA/Mundiprensa/Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable. España, Valencia. 2008: 13-95. ISBN 978-84-612-5641-9. <http://docplayer.es/14885206-Evaluacion-de-sustentabilidad-un-enfoque-dinamico-y-multidimensional.html>
- BOCCO M, Coirini R, Karlin U, von Müller A. Evaluación Socioeconómica de Sistemas Productivos Sustentables en el Chaco Arido, Argentina. Zonas Áridas. 2007; 11(1): 70-84. <http://www.lamolina.edu.pe/zonasaridas/za11/pdfs/ZA11%2000%20art05.pdf>

CANTÓN CJJ y Góngora GSF. Producción intensiva de ovinos de pelo en el trópico. Centro de Investigación Regional Sureste. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México, Mérida. 2009: 266-291. ISBN: 978-607-425-239-2.

CARDENAS GGI, Giraldo GH, Idárraga QA, Vásquez GLN. Desarrollo y validación de metodologías para evaluar con indicadores la sustentabilidad de sistemas productivos campesinos de la asociación de cafecultores orgánicos de Colombia – ACOC. Disponible en http://www.javeriana.edu.co/ear/m_des_rur/documents/Cardenas-ponencia.pdf Publicado en 2006. Acceso en Diciembre 2015.

CIBO - CONGRESO INTERNACIONAL DEL BORREGO. Buenas perspectivas para los precios de ovinos en todo el mundo ante la falta de oferta. IV Congreso Internacional del Borrego. La revista del Borrego. Disponible en http://borrego.com.mx/CIBO2013/docs/Mercado_mundial_del_cordero_y_perspectivas_para_Mexico.pdf Publicado en 2013. Acceso en Julio 2015.

CHALLENGER A. Introducción a los servicios ambientales. SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología. http://www.inecc.gob.mx/descargas/con_eco/2009_sem_ser_amb_pres_01_achallenger.pdf. Publicado en 2009. Acceso en Febrero 2016.

CORRAL QS y Quintero CME. La Metodología Multicriterial y los Métodos de Valoración de Impactos Ambientales (aspectos básicos generales). Actualidad Contable FACES. Disponible en <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/17402>. Publicado en 2007. Acceso Enero 2016.

DAMIÁN HMA, Ramírez VB, Parra IF, Paredes SJA, Gil MA, Cruz LA y López OJF. Apropiación de tecnología por productores de maíz en el estado de Tlaxcala, México. Agricultura Técnica en México 2007; 33(2):163-173.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172007000200006

DE LA MADRID CE. El Minifundio y el Campo Mexicano (II). Disponible en: <http://www.oem.com.mx/oem/notas/n1183225.htm>. Publicado en 2009. Acceso en abril 2015.

DOF (Diario Oficial de la Federación). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General. México DF. Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_090115.pdf. Publicado en 2012. Acceso en Julio 2014.

DURÁN R y Méndez M. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. México, Mérida. 2010: 10-11. ISBN: 978-607-7823-05-6.

DZIB-CAN A, Torres-Hernández G, Ortiz-de-Montellano A, Aceves-Navarro E. Prácticas de manejo utilizadas por productores de ovinos de pelo de dos sectores sociales en Campeche, México. Disponible en <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd18/7/dzib18105.htm>. Publicado en 2006. Acceso en Julio 2014.

ESPEJEL-GARCIA A, Barrera-Rodríguez AI, Rodríguez-Moreno A, Santiago-Vargas ML. Caracterización de los productores y dinámica de adopción de innovación en el municipio de Villa Victoria, Estado de México. 2015; Ra Ximhai, 11 (5): 17-34. <http://www.redalyc.org/pdf/461/46142593001.pdf>

FINANCIERA NACIONAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO, RURAL, FORESTAL Y PESQUERO. Panorama del Maíz. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica, Análisis Sectorial y Tecnologías de la Información. Secretaria de Hacienda y Crédito Público. Disponible en

<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Ficha%20Ma%C3%ADz.pdf>.

Publicado en 2014. Acceso en Junio 2015.

FIRA (Fideicomisos Relacionados con la Agricultura). Ovinocultura para pequeños y medianos productores en la Península de Yucatán. Boletín Informativo. Nueva Epoca. Número 10. Disponible en

<http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi4ht3GvLnLAhUEs4MKHRI7BEUQFggaMAA&url=http%3A%2F%2Ffira.gob.mx%2FInfEspDtoXML%2FabrirArchivo.jsp%3FfabreArc%3D3680&usg=AFQjCNGxXeVBwQHXmkAkrh1NA4BHEKYGjw>. Publicado en 2010. Acceso en Febrero de 2016.

GALAVIZ-RODRIGUEZ RJ, Vargas-López S, Zaragoza-Ramírez JL, Bustamante-González A, Ramírez-Bribiesca E, Guerrero-Rodríguez JD, Hernández-Zepeda JS. Evaluación territorial de los sistemas de producción ovina en la región nor-poniente de Tlaxcala. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 2011; 2(1):53-68.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242011000100005

GÓMEZ MJ. Comercialización de carne ovina en México. Taller de Convergencia de los Comités Estatales del Sistema Producto Ovino. México D.F. Disponible en http://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/2011/07/jgm_comerdelacarneovina.pdf. Publicado en 2011. Acceso en Julio 2015.

GUTIÉRREZ CGJ, Aguilera GLI, González EEC, Juan PIJ. Evaluación preliminar de la sustentabilidad de una propuesta agroecológica, en el Subtrópico del Altiplano Central de México. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 2011; 14(2): 567-580.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000200016

GUZMÁN FGR, España TJL, Pinedo VM. Sistemas de producción agrícola y autoconsumo en Zacatecas. Investigación Científica. 2009; 5(1):1-15. Disponible en <http://www.uaz.edu.mx/cippublicaciones/ricvol5num1/Sistemasdeproduccionagricola.pdf> Publicado en 2009. Acceso en Junio 2015.

NICHOLLS CI, Altieri MA. Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. 2012; Agroecología 6:28-37. <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2016/01/modelos-ecologicos.pdf>

NICHOLLS CI, Altieri MA, Salazar AH, Navarro RM, Talavera E. Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. SOCLA. REDAGRES.

Disponible en <https://socla.co/wp-content/uploads/2015/03/2015%20REDAGRESS%20Diseno%20de%20sistemas%20agricolas%20resilientes.pdf>. Publicado en 2015. Acceso en Enero de 2016.

PÉREZ LEJ, García MAC, Albores MS, Sosa RR, León VH. Parámetros productivos de ovinos de pelo en un sistema de alimentación intensiva en la región central de Chiapas. Quehacer Científico en Chiapas. 2011; 1(12):7-13.

http://www.dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/QUEHACER-CIENTIFICO-2011-jul-dic/Parametros_productivos_de_ovinos_de_pelo.pdf

SARANDON JS, Flores CC. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología*, 2009; 4:19-28.

<http://revistas.um.es/agroecologia/article/viewFile/117131/110801>

VILLAVICENCIO FMA. Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción en la zona de autosuficiencia de la Parroquia San Joaquín. (Tesis de Maestría en Agroecología Tropical Andina). Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. 2014. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6636/1/UPS-CT003271.pdf>. Publicado en 2014. Acceso en Enero de 2016.

ZARAZÚA JA, Solleiro JL, Altamirano CR, Castañón IR, Rendón MR. Esquemas de innovación tecnológica y su transferencia en las agroempresas frutícolas del estado de Michoacán. *Estudios Sociales*. 2009; 17(34): 37-72.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572009000200002

Artículo Original. Mayo-Agosto 2016; 6(2): 54-69. Recibido: 12/06/2016. Aceptado: 24/08/2016

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2016.62.5>

Economic analysis of the dairy cattle production systems in Zacatecas State, Mexico

Análisis económico de los sistemas de producción bovino lechero en el estado de Zacatecas, México

Ríos-Flores Luis^{1*}, Torres-Moreno Miriam², Cantú-Brito Enrique³, Torres-Moreno Antonio⁴, Navarrete-Molina Cayetano¹

¹Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. México. ²SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, México. ³Universidad Autónoma Chapingo – Colegio de Posgraduados - Estado de México. ⁴Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. México. *Autor responsable y correspondencia: Ríos-Flores Luis. Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Carretera Gómez Palacio- Cd Juárez Km 38.5., Bermejillo, Durango, C.P. 35230. e-mail: j.rf2005@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar cómo la utilidad monetaria por animal, la composición, el rendimiento y los precios del litro de leche influyeron sobre el Valor Bruto de la Producción (VBP) de los sistemas de producción bovino lechero en el estado de Zacatecas. Se utilizó Economía Descriptiva, con enfoques macroeconómico y estático-comparativo, al contrastar 2005 contra 2013. Los resultados muestran que el número de animales disminuyó 49.1%, en todos los sistemas de producción pero particularmente en los sistemas doble propósito y familiar. El ingreso monetario real por animal aumentó en los sistemas: doble propósito (de \$4,012 a \$8,842) y especializado (de \$44,507 a \$45,664), mientras que en el sistema familiar descendió (de \$36,226 a \$13,101), y semiespecializado (de \$29,330 a \$27,904). El VBP del subsector lácteo descendió -33.9% de \$3,608.08 a \$2,384.95 millones de pesos (constantes de 2013). Este descenso en el VBP se debe al efecto desfavorable de los precios reales del litro de leche que hicieron descender al VBP en 18.9%, mientras que la composición del hato (al disminuir el número de bovino lechero) provocó que el VBP disminuyera 37.2%, por otro lado, el rendimiento físico tuvo un efecto favorable que incrementó el VBP en 23.7%.

Palabras clave: VBP, rendimiento monetario, composición, rendimiento, precios reales.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the monetary income per animal and the herd composition, physical yields and prices to influence in Gross Value of Production (GVP) of dairy cattle production system in Zacatecas state. We used a descriptive methodology of economics, macroeconomic approaches, and statistic-comparative analysis when contrasting 2013 against 2005. Results indicate that the number of animals brought down 49.1%, in all production systems but particularly in dual purpose, and the family systems. The monetary income per animal increased in the dual purpose (from \$4.012 to \$8.842) and specialized systems (from \$ 44.507 to \$ 45.664), while in the family system fell (from \$36.226 to \$13.101), and semi-specialized decreased (from \$29.330 to \$ 27.904). The GVP in the dairy subsector diminished -33.9% from \$ 3,608.08 to \$ 2,384.95 million pesos (constant 2013). This decrease in the GVP is due to the unfavorable effect of the real prices of a liter of milk that brought down the GVP at 18.9%, while the composition of the herd (by reducing the number of dairy cattle) caused GVP decrease 37.2%, on the other hand, physical yields performance had a favorable effect which increased 23.7% GVP.

Keywords: GVP, monetary yield, herd composition, real prices.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, el sector lechero es considerado la tercera actividad más importante dentro de la rama de la industria de alimentos en México (SE, 2012), generando más de 50,000 empleos y contribuyendo con el 0.6% del PIB (Aguilar, 2003). La producción de leche a nivel nacional presentó tendencia creciente de 1.2% a tasa media anual entre el 2001 y el 2011 (Núñez, 2013).

En los últimos años, la producción de leche de bovino ha sufrido los estragos de la crisis económica mundial, así como los altibajos en los precios de leche internacional. Los incrementos permanentes alcanzados en la producción durante los últimos 10 años, son consecuencia de mejoras en la tecnificación aplicadas las regiones altamente productoras; así como al empleo de razas especializadas en producción lechera, lo que ha propiciado una mayor inversión en el sector, caracterizado por su heterogeneidad tanto productiva como económica (ASERCA, 2010). De esta forma, la producción de leche bovina en México, se desarrolla en condiciones tecnológicas, agroecológicas y socioeconómicas diversas; dentro de las cuales se identifican cuatro sistemas de producción: especializado, semiespecializado, familiar y de doble propósito (SAGAR, 1999).

De acuerdo con el SIAP (2014), el sector ganadero del estado de Zacatecas generó un VBP igual a \$323,433 millones de pesos durante el año 2013; dentro de las cuales la producción de carne bovino representó en el 2013 el 49.9% del VBP con una aportación de \$1,969 millones de pesos, a través de la producción de 44, 533 toneladas. El segundo lugar lo ocupó el subsector lechero, al representar el 21.7% del VBP, con la aportación de \$857 millones de pesos a través de la comercialización de 161, 419 miles de litros de leche. En tercer lugar de importancia lo ocupa el subsector productor de carne porcino, el cual participó con el 10.6% del VBP ganadero estatal, con un aporte de \$418 millones de pesos y una producción anual de 9,410 toneladas de carne. En cuarto lugar se ubica la producción de ovino con el 5.3% del VBP ganadero del estado, con \$208 millones de pesos, provenientes de la comercialización de 4,176 toneladas de carne de ovino. El quinto lugar lo ocupa el subsector productor de carne de cabra con un total de \$190 millones de pesos, lo que representó el 4.8% del VBP; obteniéndose una producción de 4,248 toneladas de carne.

En el estado de Zacatecas, la producción se localiza en la región semiárida-templada, y se caracteriza por ser un sistema de lechería familiar (Román *et al.*, 2010). Este sistema contribuye a la producción nacional de leche con el 1.5 % y cuenta con un inventario aparente de 83,585 cabezas de ganado (SIAP, 2013). Dentro de los ejes socioeconómicos pecuarios del estado, se considera como la segunda cadena en importancia; no obstante, su debilidad es la reducida sustentabilidad; sin embargo dentro

de las fortalezas de la cadena productiva bovino lechero están en la alta especialización, así como el número de animales.

A pesar de que la producción ganadera se encuentra distribuida en todo el estado, de acuerdo con el SIAP (2014), geográficamente se pueden mencionar algunos municipios de importancia para el desarrollo de la producción ganadera, dentro de los cuales se encuentra el municipio Pinos, el cual durante el 2013 generó \$590 millones de pesos; lo que representó el 15% del VBP del sector ganadero. El segundo lugar lo ocupa el municipio de Fresnillo con \$230 Millones de pesos, lo que representó el 5.8%. En tercer lugar se ubica al municipio de Sombrerete con un total de \$223 millones de pesos, con el 5.7%. El cuarto lugar lo ocupa el municipio de Miguel Auza, el cual aportó un total de \$189 millones de pesos lo que generó el 4.8% del VBP estatal. Mientras en quinto lugar se ubicó al municipio de Río Grande con un total de \$172 millones de pesos, lo que representó el 4.4% del VBP ganadero a nivel estatal.

De acuerdo con ASERCA (2010), en la ganadería lechera, al igual que en otros sectores de la producción primaria y de la economía mexicana, se observa un fenómeno de concentración de la producción hacia productores o grupos de productores integrados verticalmente, que les permite participar del valor agregado generado en el acopio, transformación y comercialización de la leche y sus derivados; lo que plantea un reto para los pequeños productores que conforman los sistemas de producción familiar y doble propósito. Por lo que es indispensable determinar cómo afectaron cada uno de los factores determinantes del crecimiento económico en los diferentes sistemas de producción bovino leche en el estado de Zacatecas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Fuentes de información. Se utilizó la base de datos del subsector lechero correspondiente al estado de Zacatecas, obtenidos de los Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria de los ciclos 2005 hasta el 2013 del SIAP – SAGARPA. Para la deflactación de precios se empleó el Índice Nacional de Precios al Productor (IP), con base junio 2002=100, mismo al que se le cambió la base a 2013=100, para los sectores: Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza, elaborado por el clasificador oficial de actividades económicas, el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), emitido por el Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI, 2012).

Metodología económica empleada y variables evaluadas.

El estudio se delimitó al subsector bovino lechero en sus cuatro sistemas de producción (especializado, semiespecializado, familiar y doble propósito) del estado de Zacatecas,

durante los años 2005 y 2013. Se analizaron las siguientes variables: precios del litro de leche en términos reales y deflactados en pesos constantes del 2013, rendimientos físicos animal⁻¹, rendimiento monetario animal⁻¹, productividad física animal⁻¹. En todos los casos se construyeron variables para la especie bovino lechero. Al compararse 2005 y 2013, se empleó un enfoque económico del tipo *estático-comparativo* de acuerdo con Astori (1984).

La deflactación de precios.- significa quitar el efecto de los cambios en el precio a una serie y se expresa en términos de precios constantes o precios reales; es decir; la deflactación se emplea para quitar el efecto de la inflación en una serie en la que se busca comparar cifras monetarias a través del tiempo, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$P = \frac{\text{Precio nominal}}{IP} * 100$$

Dónde: P= Precios Reales, IP=Índice de Precio (IP) del año base 2013=100.

Para la determinación de los Efectos composición del hato, Efecto rendimientos físicos por animal y Efectos precios reales del litro de leche, así las ecuaciones que determinan cada uno de los efectos quedan de la siguiente forma:

VBP del año 2013 con el Efecto Composición (VBP_{EC}): Se obtuvo multiplicando el número de animales explotados en 2005 (N_{i-2005}) por los rendimientos del 2013 (R_{i-2013}) por los precios reales de 2013 (P_{i-2013}), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Efecto de la composición del hato en el VBP: } VBP_{EC} = \sum_{i=1}^n N_{i-2005} R_{i-2013} P_{i-2013}$$

VBP del año 2013 con el Efecto de los rendimientos físicos (VBP_{ER}): se obtiene multiplicando el número de animales explotados en 2013 (N_{i-2013}) por los rendimientos físicos del año 2005 (R_{i-2005}), por los precios reales de la leche existente en el año 2013 (P_{i-2013}), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Efecto de los rendimientos físicos en el VBP: } VBP_{ER} = \sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2005} P_{i-2013}$$

VBP del año 2013 con el Efecto de los precios reales (VBP_{EP}): se obtiene multiplicando el número de animales explotados en 2013 (N_{i-2013}) por los rendimientos físicos del año 2005 (R_{i-2013}), por los precios reales de la leche existente en el año 2013 (P_{i-2005}), de acuerdo con la siguiente ecuación:

Efecto Precios Reales en el VBP:
$$VBP_{EP} = \sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2013} P_{i-2005}$$

Indicador del Efecto de la composición del hato (EC): este efecto señala en qué porcentaje varía el VBP (entre ambos años analizados) por efecto de la variación en la composición del hato por sistema productivo, permaneciendo constantes los efectos de la productividad física del hato y los precios. Se obtiene dividiendo el VBP realmente alcanzado en 2013, entre el total del VBP de 2013 con el efecto composición.

Indicador del Efecto de la composición del hato:
$$EC = \frac{\sum_{i=1}^n N_{1-2013} R_{i-2013} P_{i-2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2005} R_{i-2013} P_{i-2013}}$$

Indicador del Efecto de los rendimientos físicos (ER): este efecto señala en que porcentaje varía el VBP (entre ambos años analizados) por efecto de la variación de los rendimientos físicos por animal, manteniendo constantes los efectos de la composición del hato y los precios. Se obtiene dividiendo el VBP realmente alcanzado en 2013, entre el VBP de 2013 con el efecto rendimientos.

Indicador del Efecto de los rendimientos físicos:
$$ER = \frac{\sum_{i=1}^n N_{1-2013} R_{i-2013} P_{i-2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2005} P_{i-2013}}$$

Indicador del Efecto Precios Reales (EP): este efecto señala en que porcentaje varía el VBP entre ambos años analizados, por efecto de la modificación de los precios reales de la leche producida en cada sistema de un año respecto a otro. Se obtiene dividiendo el VBP realmente alcanzado en 2013, entre el VBP de 2013 con el efecto precios reales.

Indicador del Efecto Precios Reales:
$$EP = \frac{\sum_{i=1}^n N_{1-2013} R_{i-2013} P_{i-2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2013} P_{i-2005}}$$

Donde:

N= No. de animales en explotación

R= Rendimiento físico por animal

P= Precio real = i-ésimo sistema de producción bovino lechero: intensivo, semi-intensivo, familiar y doble propósito.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Indicadores productivos de los sistemas de producción bovino de leche en el estado de Zacatecas.

El número de bovino lechero en el estado de Zacatecas, descendió drásticamente 49.1% (de 126,369 a 64,327) en el periodo 2005-2013, con una Tasa Anual de Crecimiento (TAC) = -7.2%, observándose esta tendencia decreciente en tres de los cuatros sistemas de producción lechera en el estado; el sistema de producción doble propósito descendió 83.7% (de 43,006 a 6,998 animales), sistema familiar disminuyó 46.7% (de 2,914 a 1,554 animales); mientras que el sistema especializado decreció en 34.3% (de 63,940 a 42,024 animales). Al mismo tiempo el sistema de producción semiespecializado disminuyó un 16.7% (de 16, 509 a 13, 751 bovinos).

A nivel estatal la actividad pecuaria de producción de leche está perdiendo importancia en todos los sistemas de producción, debido principalmente a los efectos de la sequía recurrente durante los últimos años; misma que ha provocado el encarecimiento del forraje, lo que provoca que la actividad sea menos rentable y que finalmente los productores vendan o sacrifiquen el ganado.

Asimismo, Dávila y Mancilla (2014), mencionan que el sector lechero al igual que la mayoría de las actividades agropecuarias, han padecido serios problemas estructurales, derivados de ancestrales rezagos en el campo mexicano, como: desorganización de la producción, políticas contradictorias, escasez de financiamiento, tecnología obsoleta, comercialización ineficiente, insuficiente o deficiente apoyo del Estado; y una apertura comercial indiscriminada en condiciones de asimetría respecto a los socios comerciales con los que México tiene signados acuerdos de libre comercio.

Así en la Fig. 1, se observa la importación de leche fluida, evaporada, condensada y en polvo durante el periodo 2005-2015; realizada a partir de cifras del SIAP (2010) y SIAP (2015). En esa fuente se observa que la importación de leche condensada y evaporada ha ido a la baja, mientras que la de leche en polvo se ha incrementado 42% en el periodo. Esta importación de acuerdo con Montiel (2004), se ha favorecido por la apertura comercial, dado que se ha propiciado un incremento de los flujos comerciales, lo que ha implicado un aumento de importaciones baratas y una disminución en los precios de la leche producida en el país; así como de los ingresos de los productores mexicanos.

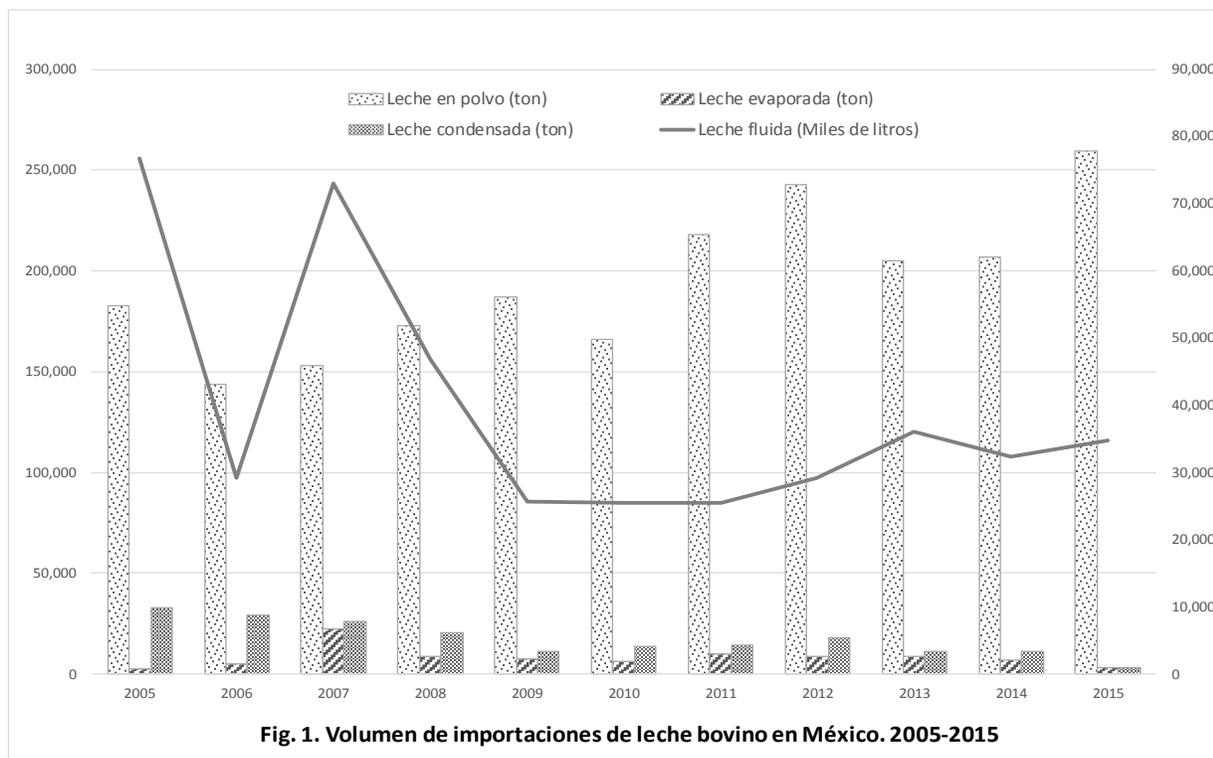
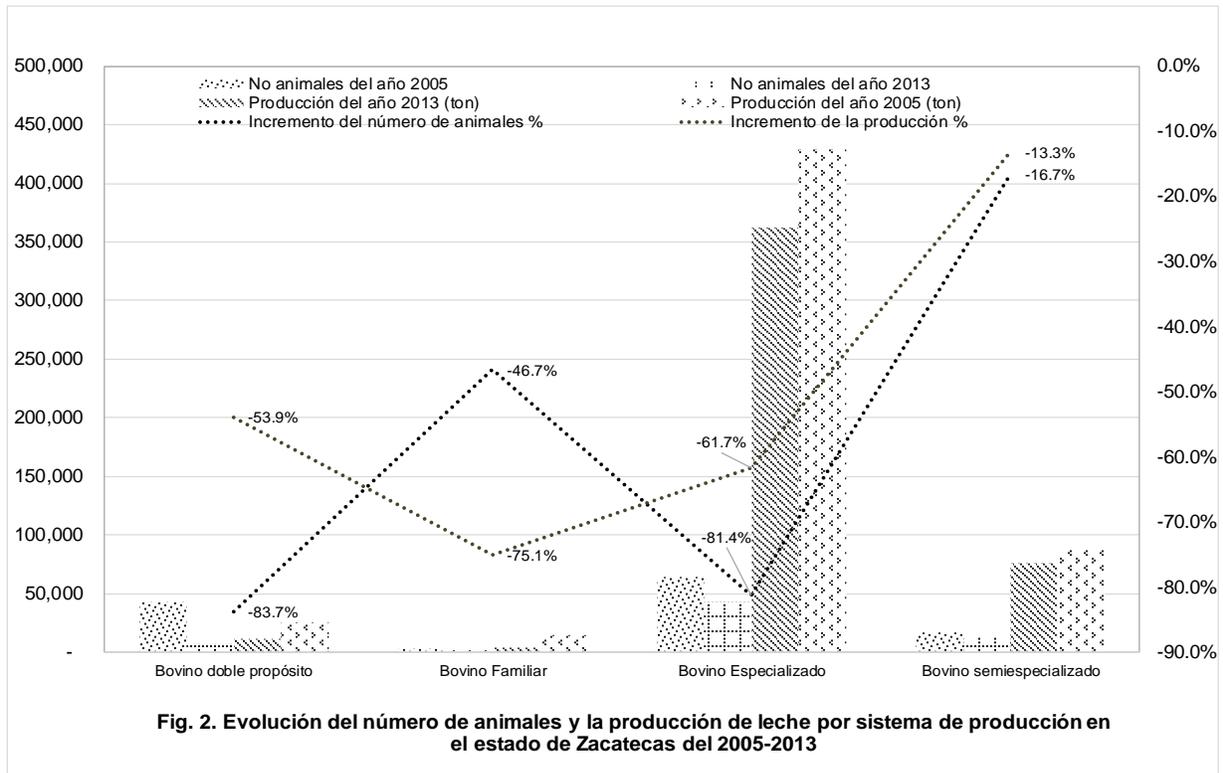


Fig. 1. Volumen de importaciones de leche bovina en México. 2005-2015

En este sentido Rodríguez y Juárez (2011), mencionan que la insuficiente producción de forraje en 20 estados del país entre 2010 y 2011, generaron que 12 millones de cabezas de ganado (35% del hato nacional) manifestaran pérdida de peso y calidad de la carne, asimismo la SAGARAPA (2011), hasta noviembre del 2011 reportaba que por efecto de la sequía se tenían siniestradas 963 mil hectáreas (ha) correspondientes a 4.4% de los 22 millones de ha cultivables, la muerte de 450,000 cabezas de ganado bovino equivalentes a 1.4% del hato ganadero conformado por más de 32.6 millones de cabezas, daños cuantiosos en la actividad forestal provocados por los incendios y disminución en la disponibilidad de agua en las presas de entre 60 y 70%; situación que entre 2012 y 2014, provocó que el precio de los becerros en engorda y el precio de la carne en canal en rastro, mostraran entre marzo de 2012 y marzo de 2014 un incremento de 40% y 30%, respectivamente (FND, 2014).

Así en el Estado de Zacatecas, la notable disminución del hato entre el 2003-2015 repercutió en que la producción física anual en toneladas de leche, disminuyó 19% al pasar de 557,656 a 438,835 ton año⁻¹. Desagregando cifras el sistema de producción familiar descendió 75% (de 14,741 a 3,676 ton año⁻¹), el doble propósito disminuyó 54% (de 25,435 a 11,729 ton año⁻¹); mientras que el sistema especializado cayó 16% (de 429,443 a 362,497 ton año⁻¹) y la semiespecializada 13% unidades (de 88,036 a 76,338 ton año⁻¹) (Fig. 2).



A nivel nacional, por efecto de la sequía de acuerdo con Rodríguez y Juárez (2011), las actividades que más resintieron los estragos fueron la producción bovina, con una reducción en la producción de leche de 912,584 litros en 2011 con respecto a 2010; lo que indica que entre 2010-2011 la producción de leche tuvo una variación del 8.39%. En este sentido Bravo *et al.*, (2006), menciona que la sequía provoca diversos impactos, entre ellos los económicos; dentro de los cuales se encuentra la recesión de la tasa económica regional, que conforme se discutirá más adelante en el estado Zacatecas, el Valor Bruto de la Producción del subsector lechero retrocedió 33.9% con tasa anual de crecimiento del orden de -4.5%.

Composición del hato lechero en el estado de Zacatecas. Se observa que en el periodo analizado se modificó la composición del hato lechero, ya que en 2005 por cada bovino lechero en producción perteneciente al sistema industrial, había 0.6 bovinos lecheros en producción en el sistema no comercial (familiar y doble propósito), es decir había una proporción de 1.752: 1; mientras que en el año 2013, la proporción se modificó a 6.522: 1. Lo que indica que la producción lechera en el estado de Zacatecas sufrió una fuerte concentración en los sistemas semiespecializado y especializado, desplazando al sistema familiar y de doble propósito. Estas cifras son alarmantes si consideramos que de acuerdo con Galindo *et al.*, (2000), quien menciona que en el estado de Zacatecas es urgente incrementar la producción agropecuaria, ya que con esto será posible elevar el

nivel de vida en el medio rural, donde se encuentra 22.4% de la población total en extrema pobreza.

De acuerdo con Berman (2013), en México se ha venido observando una reducción en el número de cabezas que tiene un hato, pero al mismo tiempo en que se reduce el número de animales, la especialización de las razas empleadas aumenta, lo que favorece que los rendimientos se incrementen a pesar de la reducción de los hatos lecheros.

Rendimiento físico por animal. La productividad física del hato lechero en el estado de Zacatecas incrementó 60% al pasar de 4,413 kg leche bovino⁻¹ año⁻¹ en el 2005 a 7,061 kg leche bovino⁻¹ año⁻¹ en el 2013, lo que indica que el rendimiento por animal creció con una Tasa Anual de Crecimiento (TAC) =5.4%. En el análisis realizado por sistema de producción se determinó que el sistema doble propósito incrementó su rendimiento físico en 183.4%, a un ritmo de TAC=12.3% (de 591 a 1,676 kg leche bovino⁻¹ año⁻¹); mientras que en el sistema de producción familiar se observó un decremento en los rendimientos físicos del orden de 53.2% (de 5,059 cayó a 2,365 kg leche bovino⁻¹ año⁻¹).

Por otro lado, el sistema de producción semiespecializado incrementó la producción física en 28.4% a un ritmo anual del orden de TAC=2.8% (de 6,716 a 8,626 kg leche bovino⁻¹ año⁻¹), y el sistema de producción especializado incrementó sus rendimientos físicos por animal en 4.1% con una TAC=0.4% (de 5,333 a 5,551 kg leche bovino⁻¹). Los incrementos observados en los rendimientos por animal se deben principalmente a la alta especialización que tienen los sistemas industriales, pues según Sánchez *et al.*, (2013), las fortalezas de la cadena productiva bovino lechero están en la alta especialización y número de cabezas que poseen ciertos establos.

En este sentido ASERCA (2005), los avances alcanzados en la tecnificación de la producción de leche en México, así como la implementación de nuevas técnicas en el manejo del ganado con mejores características productivas y en el equipamiento de las explotaciones, permitió el crecimiento de la producción de leche bovino desde el 2004; además de que la consolidación y expansión de empresas lecheras y de organizaciones de productores integrados, lograron incrementar su participación en mercados de productos con valor agregado, lo que representó que se obtuvieran mejores ingresos para sus asociados

En términos generales, de acuerdo con ASERCA (2015), se espera que en América Latina la producción de leche siga su carrera ascendente, aunque a un ritmo del 16% para la próxima década, menor que el aumento del 35% ocurrido en la década anterior. Los bajos precios de la energía y la alimentación; sin embargo pondrán a prueba la ventaja comparativa de la leche producida en los sistemas basados en alimentación de

pasturas de América Latina, por sobre los sistemas de alimentación con granos utilizados en los países desarrollados.

Precios por litro de leche. La evolución de los precios en el periodo analizado en términos nominales, indican que estos se incrementaron 16.9%, al pasar de \$4.49 a \$5.25 por litro de leche; sin embargo una vez que a estos precios se les quitó el efecto de la inflación, se determinó que el precio por litro de leche disminuyó 18.9%, al pasar en términos reales de \$6.47 a \$5.25 pesos. Al desagregar por sistema de producción se observa que en el caso de los sistemas de producción especializado y semiespecializado la variación en términos reales fue de -18.5%, al pasar de \$6.43 a \$5.25 kg⁻¹; mientras que en los sistemas de producción familiar y de doble propósito la variación en el precio del litro de leche fue mayor al caer 22.7% (de \$6.92 a \$5.34 kg⁻¹), lo que indica que los sistemas de producción ligados a la autosuficiencia alimentaria fueron los más afectados por la variación en los precios reales del litro de leche. En este sentido Sánchez *et al.*, (2013), menciona que las principales debilidades de la cadena bovino lechero en el estado de Zacatecas son el poco dinamismo de la cadena, el cual refleja un crecimiento lento de precios, empleos generados y la baja productividad de capital y trabajo.

Y es que de acuerdo con Saldaña (2016) de 2010 a 2016, el precio promedio nacional al que vendieron los lecheros el litro de leche apenas se incrementó en poco más de un peso, de \$4.78 al valor actual de \$5.83 por litro. En este sentido Berman (2013), indica que el bajo valor de la leche en comparación con la carne en México está llevando a los productores de lácteos a sacrificar sus rebaños. De acuerdo con la CEPAL (2014), los pequeños y medianos productores de lácteos mexicanos continúan abandonando la industria, la cual lucha con la rápida alza de los costos de los insumos y la creciente escasez de agua.

Así, de acuerdo con las cifras del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2013), para los años 2005 y 2013, se observaron incrementos de precios en todos los insumos básicos para el sector lechero; de esa fuente se observa que tanto el ensilado de maíz y sorgo duplicaron su precio al pasar de \$0.40 kg⁻¹ y \$0.38 kg⁻¹ en el 2003 a \$0.85 kg⁻¹ y \$0.85 kg⁻¹ en el 2013; mientras que el forraje de maíz en verde pasó de \$0.24 kg⁻¹ a \$0.55 kg⁻¹, lo que indica que incrementó 234% en el periodo. Asimismo la alfalfa deshidratada pasó de \$3.70 kg⁻¹ a \$5.23 kg⁻¹ y la alfalfa con 1-14% de humedad incrementó de \$1.68 kg⁻¹ a \$2.50 kg⁻¹; lo que indica que en este insumo básico para la producción lechera se observaron incrementos en los precios de 141% y 149% respectivamente, lo que afecta directamente a los productores, toda vez que los precios del litro de leche fueron a la baja en ese mismo periodo.

Cuadro. 1. Evolución de los precios por kilogramo de insumo en la producción lechera.

Producto	2003 (\$/kg)	2013 (\$/kg)	Incremento (%)
Alfalfa deshidratada	\$ 3.70	\$ 5.23	141%
Harina de carne	\$ 2.90	\$ 6.30	217%
Harina de pescado	\$ 6.10	\$ 6.50	107%
Maíz rolado	\$ 1.61	\$ 5.00	311%
Sorgo rolado	\$ 1.64	\$ 3.74	228%
Melaza de caña	\$ 1.05	\$ 2.75	262%
Semilla de algodón	\$ 2.43	\$ 5.40	222%
Ensilado maíz	\$ 0.40	\$ 0.85	213%
Ensilado sorgo	\$ 0.38	\$ 0.85	224%
Maíz forrajero verde	\$ 0.24	\$ 0.55	234%
Alfalfa 1 a 14% humedad	\$ 1.68	\$ 2.50	149%

Fuente: Elaboración propia en base a cifras del SNIIM Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados.

Rendimiento monetario por animal. A nivel estatal el rendimiento monetario por bovino lechero en términos nominales creció 87%, al pasar de \$19,823 a \$37,075; de igual forma que el precio por litro de leche, al deflactar las cifras se observó que el rendimiento monetario por animal creció en términos porcentuales 29.9% (de \$28,552 a \$37,075 bovino⁻¹ año⁻¹). Desagregando las cifras por sistemas de producción se determinó que el sistema doble propósito incrementó su rendimiento monetario por animal 120.4% (de \$4,102 a \$8,842); mientras que en el sistema de producción familiar tuvo un marcado descenso (-63.8%), al pasar de \$36,226 a \$13,101 bovino⁻¹ año⁻¹.

En el caso de los sistemas de producción industrializados se observa que mientras el sistema de producción semiespecializado descendió -4.9%, su rendimiento monetario (de \$29,330 a \$27,904); mientras que el sistema de producción especializado incrementó sus rendimientos monetarios en 2.6%, al pasar de \$44,507 a \$45,664 bovino⁻¹ año⁻¹, como efecto de la especialización del sistema y de la utilización de ganado especializado para la producción de leche.

Efectos composición del hato por sistema productivo, efecto productividad física y efecto precios reales del litro de leche en el VBP del subsector lácteo. El VBP del subsector lácteo del estado de Zacatecas descendió drásticamente; es decir poco más de 1/3 de su valor (-33.9%), en el periodo analizado al pasar de \$3,608.08 a \$2,384.95 millones de pesos (constantes del año 2013).

Por lo que corresponde ahora el plantear la inquisición acerca de ¿Cuáles fueron las causas subyacentes a este marcado descenso económico en el subsector bovino de leche? Para responder esto, se determinó que la variación en el VBP depende de la composición del hato (número de animales), la productividad física del hato (rendimientos físicos por animal) y los precios reales del litro de leche, es decir;

$$VBP = \sum_{i=1}^n N_i R_i P_i$$

Se determinó que por efecto del cambio en la composición del hato; es decir el marcado descenso en el número de animales, el VBP descendió 37.2% (el indicador fue igual a 0.628, así 0.628 menos 1 = -0.372=-37.2%), menor de lo que se habría logrado de mantener constante la composición del hato; es decir si en el 2013 se hubiera tenido la misma composición del hato que se tenía en el 2005, el VBP que se hubiera generado hubiera sido igual a \$3,798.905 millones de pesos; sin embargo al modificarse el número de animales en el estado de Zacatecas el VBP realmente logrado fue de \$2,384.95 millones de pesos (constantes del año 2013), es decir el desplazamiento del sistema de producción familiar y crecimiento en el número de animales de los restantes sistemas de producción de leche provocaron que el VBP descendiese un 37.2% (Cuadro 2).

Cuadro 2: Efectos composición del hato, rendimientos físicos (RF) y precios reales (P) de 2005 en el VBP del subsector bovino lechero del Estado de Zacatecas.

Variable macroeconómica	VBP (en millones de pesos constantes de 2013)					Sumatoria de Riemann prototipo
	Sistema Doble Propósito	Sistema Especializado	Sistema familiar	Sistema Semiespecializado	$Total = \sum_{i=1}^n N_i R_i P_i$	
VBP Real alcanzado en 2013	\$61,880	\$1,919.002	\$20,358	\$383,708	\$2,384.948	$\sum N_{ie} RF_{ie} P_{ie}$
VBP de 2013 con Efecto Composición	\$380,279	\$2,919.78	\$38,175	\$460,670	\$3,798.905	$\sum N_{id} RF_{ie} P_{ie}$
VBP de 2013 con Efecto Rendimientos	\$21,836	\$1,494.17	\$43,541	\$368,580	\$1,928.13	$\sum N_{ie} RF_{id} P_{ie}$
VBP de 2013 con el efecto precios reales	\$79,570	\$2,402.14	\$26,322	\$419.86	\$2,927.89	$\sum N_{ie} RF_{ie} P_{id}$
Composición = A/B	0.16	0.65	0.53	0.83	0.628	
Rendimientos físicos = A/C	2.83	1.284	0.46	1.04	1.237	
Precios reales= A/D	0.77	0.79	0.77	0.91	0.815	

Por otro lado se encontró que el efecto de los rendimientos físicos de los diferentes sistemas de producción tuvo un efecto positivo sobre el VBP, al incrementarle en 23.7% (el indicador fue 1.237) en el periodo; ya que de haberse mantenido los mismos rendimientos físicos que se tenían en el 2005 en los diferentes sistemas de producción en el 2013, el VBP logrado hubiese sido igual a \$1, 928.13 millones de pesos (Cuadro 2), lo que sugiere que al incrementarse los rendimientos físicos en el estado en 60%, el VBP logrado fue mayor al que se hubiera tenido de mantener los mismos rendimientos físicos que se tenían en el año 2005.

Finalmente es necesario recordar que los precios reales del litro de leche disminuyeron 18.9%, al pasar en términos reales de \$6.47 a \$5.25 pesos, lo que trajo un efecto adverso sobre el VBP, ya que disminuyó la riqueza del sector en un 18.5% (el indicador fue 0.815), que en términos absolutos equivale a haber dejado de producir \$542.94 millones de pesos (constantes del año 2013), adicionales a los \$2,384.948 millones de pesos que en 2013 se habrían producido; si en ese año se hubiera tenido la misma estructura de precios existente en cada uno de los sistemas de producción en 2005, lo que ocasionó que el VBP realmente lograra fuera igual a \$2,384.948 millones de pesos (Cuadro 2).

CONCLUSIÓN

Se concluye que el subsector bovino lechero en el estado de Zacatecas tuvo una marcada disminución en el hato bovino lechero, derivado de la sequía recurrente en su territorio; asimismo aun cuando los rendimientos físicos se incrementaron en el periodo, la evolución de los precios reales del litro de leche fueron desfavorables para el crecimiento económico de esa rama pecuaria, lo que provocó efectos negativos en todos los sistemas de producción lechera; pero particularmente en los sistemas de producción menos tecnificados (doble propósito y familiar), lo que pone en riesgo la autosuficiencia alimentaria y la venta de ganado de reemplazo y de engorda. Los sistemas especializado y semiespecializado contribuyen principalmente con la generación de riqueza en el estado, por lo que están desplazando a los sistemas familiar y doble propósito.

LITERATURA CITADA

AGUILAR CC. Tipología de las cadenas industriales y la calidad de la leche en los Altos de Jalisco. *Temas de Ciencia y Tecnología*. 2003; 7 (19): 13-23.

ASERCA. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2005. *Claridades Agropecuarias*. 2005; 207: 34-43.

<http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/148/ca148.pdf>

ASERCA. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2010. Claridades Agropecuarias. 2010; 207: 34-43.

<http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/207/ca207-34.pdf>

ASERCA. Perspectivas de la Ganadería en América Latina: Segunda de dos partes. Claridades Agropecuarias. 2015; 268: 16-27.

<http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/268/ca268-16.pdf> Publicado en 2015.

ASTORI D. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5ª edición. Siglo Veintiuno Editores. México. 1984.

BERMAN DK. Mexico: Dairy and products semi-annual. GAIN Report MX3042. Washington, D.C., Foreign Agriculture Service. USDA. 2013. Acceso en Agosto del 2016.

<http://www.thefarmsite.com/reports/contents/mexdmay13.pdf>.

BRAVO, LAG, Salinas, GH, Rumayor RA. Sequía: Vulnerabilidad, impacto y tecnología para afrontarla en el Norte Centro de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Campo Experimental Zacatecas. Libro Técnico No. 4. 2ª Ed. INIFAP. México. 2006: 7-14. ISBN 968-800-589-4.

CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe: 2014. CEPAL, FAO, IICA. – Costa Rica. 2013. ISBN 978-92-5-308259-9. Acceso en Agosto del 2016. <http://www.fao.org/3/a-i3702s.pdf>

FLORES JLD, Rendón MEM. Competitividad de las agroempresas productoras de leche bovina en México: perspectiva del consumidor. Memorias del Concurso Lasallista de Investigación, Desarrollo e innovación. 2014; 1:31-34.

FND. Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero. Panorama de la Carne y Leche de Bovino. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica, Análisis Sectorial y Tecnologías de la Información. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. México. 2014. Acceso en Agosto del 2016.

<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Ficha%20Bovino.pdf>.

GALINDO GG, Tabares RWC, Gómez AG. Caracterización de productores agrícolas de seis Distritos de Desarrollo Rural de Zacatecas. TERRA Latinoamericana. 2000; 18 (1): 83-92.

INEGI. 2012. Índice Nacional de Precios Productor. 2012. México. Acceso en Diciembre del 2014. http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/inp/INPP_CAB2012.aspx

INEGI. 2013. Balanza comercial de mercancías de México. Anuario estadístico. Acceso en Agosto del 2016.

http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos//prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/continuas/economicas/exterior/2012/IMP_pesos_2012_2do/IP201221.pdf

MONTIEL RÁ, Flores JSM, Mata RG, Damián MAM. Efecto de las importaciones de leche en el mercado nacional del producto. *Agrociencia* 2004; 38: 555-564.

NÚÑEZ GLD. Perspectivas de producción de leche 2013. *El Economista*. México. 2013. Acceso en Diciembre del 2014. <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2013/05/20/perspectivas-produccion-leche-2013>.

RODRÍGUEZ LG, Juárez CC. Impacto de la Sequía sobre los Mercados Agropecuarios en México (2011). *Economía Actual*. 2011; 4 (4): 26-29.

ROMÁN PH, Núñez HG, Vera AHR. Proyecto nacional de capacitación para la competitividad de la producción de leche de bovino en México. En: Figueroa Viramontes Uriel; Salinas González Homero; Chávez Ruiz Gustavo A.; Quiñones Chávez Andrés; Peña Ramos Alfonso; Quiroga Garza Héctor Mario; Pajarito Ravelero Arnulfo; Rumayor Rodríguez Agustín F.; Verástegui Chávez José. *Estrategias de investigación para la innovación tecnológica: principales logros en el Norte-Centro de México*. 1era ed. INIFAP México. 2010. ISBN 978-607-425-505-8.

SAGARPA. Reporte informativo sobre los efectos de la sequía en México. Subsecretaría de Desarrollo Rural de la Secretaría de Agricultura. 2011. México. www.siap.gob.mx

SALDAÑA I. Crece brecha de precios en la cadena de producción lechera. *El Universal*. 2016. Acceso en Julio del 2016.

<http://www.eluniversal.com.mx/articulo/cartera/economia/2016/07/8/crece-brecha-de-precios-en-la-cadena-de-produccion-lechera>

SÁNCHEZ TBI, Rumayor RAF. Evaluación del entorno para la innovación tecnológica en Zacatecas: identificación de las cadenas productivas relevantes. *Publicación especial No. 18. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC. INIFAP*. México. 2010. ISBN: 978-607-425-329-0.

SÁNCHEZ TBI, Zegbe DJA, Rumayor RAF, Moctezuma LG. Estructura económica competitiva del sector agropecuario de Zacatecas: un análisis por agrocadenas. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 2013; 17 (33):552-563.

SE. Secretaría de Economía. Análisis del sector lácteo en México. Secretaría de Economía. Dirección General de Industrias Básicas. México. 2012. Acceso en Enero del 2015.

http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf.

SIAP. Servicio de información agropecuaria y pesquera. Resumen de la producción pecuaria por estado. SAGARPA. México. 2013. Acceso en diciembre del 2014. <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-municipal-pecuario/>

SNIIM. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. Información de Precios Mensuales de Ingredientes para la formulación de raciones (Insumos Pecuarios) para Animales y Ganado en México. Secretaria de Economía. México. 2013. <http://www.economia-sniim.gob.mx/Nuevo/>

ABANICO LLANTERO

ENRIQUE ESTRADA OROZCO, RFC EAOE970326JI2

DISTRIBUIDOR LLANTERO NACIONAL

abanicollantero@gmail.com

Checa precios en facebook.com/abanicollantero

**PARA TRACTOR, CAMION, CAMIONETA, SUVs, AUTO Y MOTO.
TODAS LAS MARCAS AL MEJOR PRECIO**

Abanico LLantero es una empresa mexicana, cuyo objetivo es vender y distribuir llantas multimarcas a nivel nacional al mejor precio.

El PRECIO incluye MONTAJE, BALANCEO, VALVULA o **ENVIO GRATIS** a ocurre en alguna cabecera municipal DE TODO MEXICO.

Precio de mayoreo en la compra de 4 llantas. Consulta precios en facebook.com/abanicollantero

Contamos con Tienda al público en: Libramiento 2180 entre Perú y Brasil. Tepic Nayarit. y en Buolevard Tepic Xalisco 25, Xalisco Nayarit. Contacto: Tel: 311-160-50-20 Celular: 311-139-93-61. Horario: Lunes a Sábado de 8 a 2 y de 3 a 7.



Depósito a nombre de Enrique Estrada Orozco. BANORTE Número de cuenta 0278909438. Clabe interbancaria 072 560 00278909438 2. Suc Tepic Centro.

