

AP AGRO PRODUCTIVIDAD

ISSN-0188-7394



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

PRÁCTICAS DE MANEJO ASOCIADAS CON LA SEROEPIDEMIOLOGÍA DE PARATUBERCULOSIS OVINA EN SAN LUIS POTOSÍ

pág. 30

Año 8 • Volumen 8 • Número 6 • noviembre–diciembre, 2015

ELOGIO DEL AGRÓNOMO	3
PREFERENCIA DE OVINOS Y BOVINOS POR FRUTOS DE SEIS ESPECIES ARBÓREAS	10
PREPARACIÓN DE TOROS MARCADORES	16
COSTOS DE OPORTUNIDAD DE VACAS GESTANTES SACRIFICADAS EN UN RASTRO DE VERACRUZ, MÉXICO	21
CARACTERIZACIÓN TÉCNICA Y SOCIOECONÓMICA DE CRIADORES DE GANADO SUIZO DE REGISTRO EN EL CENTRO DE CHIAPAS, MÉXICO	25
INOCULACIÓN DE <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit, CON RIZOBACTERIAS Y ENDOMICORRIZA PARA AUMENTAR SU PRODUCTIVIDAD EN SUELOS ÁCIDOS	38

y más artículos de interés...

PRECIO AL PÚBLICO \$75.00 PESOS

Estructura

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

La estructura de la contribución será la siguiente:

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

Formato

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

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

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

Figuras. Corresponden a dibujos, gráficas, diagramas y fotografías. Las fotografías deben ser de preferencia a colores. Se debe proporcionar originales en tamaño postal, anotando al reverso con un lápiz suave el número y el lugar que le corresponda en el texto. La calidad de las imágenes digitales debe ceñirse a lo indicado en la tabla comparativa.

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

Citas libros y Revistas:

Bozzola J.J., Russell L.D. 1992. Electron Microscopy: Principles and Techniques for Biologists. Ed. Jones and Bartlett. Boston. 542 p.

Calvo P., Avilés P. 2013. A new potential nano-oncological therapy based on polyamino acid nanocapsules. Journal of Controlled Release 169:10-16

Gardea-Torresdey J.L., Peralta-Videa J.R., Rosa G., Parsons J.G. 2005 Phytoremediation of heavy metals and study of the metal coordination by X-ray absorption spectroscopy. Coordination Chemistry Reviews 249: 1797-1810.

Tabla comparativa.

Centímetros	Pixeles	Pulgadas
21.59×27.94	2550×3300	8.5×11
18.5×11.5	2185×1358	7.3×4.5
18.5×5.55	2158×656	7.3×2.2
12.2×11.5	1441×1358	4.8×4.5
12.2×5.55	1441×656	4.8×2.2
5.85×5.55	691×656	2.3×2.2
9×11.5	1063×1358	3.5×4.5
9×5.55	1063×656	3.5×2.2



Contenido

3	ELOGIO DEL AGRÓNOMO
10	PREFERENCIA DE OVINOS Y BOVINOS POR FRUTOS DE SEIS ESPECIES ARBÓREAS
16	PREPARACIÓN DE TOROS MARCADORES
21	COSTOS DE OPORTUNIDAD DE VACAS GESTANTES SACRIFICADAS EN UN RASTRO DE VERACRUZ, MÉXICO
25	CARACTERIZACIÓN TÉCNICA Y SOCIOECONÓMICA DE CRIADORES DE GANADO SUIZO DE REGISTRO EN EL CENTRO DE CHIAPAS, MÉXICO
30	PRÁCTICAS DE MANEJO ASOCIADAS CON LA SEROEPIDEMIOLOGÍA DE PARATUBERCULOSIS OVINA EN SAN LUIS POTOSÍ
38	INOCULACIÓN DE <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit, CON RIZOBACTERIAS Y ENDOMICORRIZA PARA AUMENTAR SU PRODUCTIVIDAD EN SUELOS ÁCIDOS
47	RESPUESTA PRODUCTIVA DE BECERROS POS DESTETE ALIMENTADOS CON ENSILADOS DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) Y MARALFALFA (<i>Pennisetum</i> sp. Schum.)
52	COMPLEMENTO CON SELENOMETIONINA A OVEJAS GESTANTES Y EFECTO SOBRE EL DESARROLLO DE SUS CORDEROS
59	CAMBIOS ESTACIONALES EN LA DIETA DEL VENADO BURA (<i>Odocoileus hemionus</i> Crooki) EN MATORRAL DESÉRTICO CHIHUAHUENSE
65	CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA CABRA CRIOLLA (<i>Capra aegagrus hircus</i>) EN EL CENTRO DE VERACRUZ
72	PRODUCCIÓN DE HUEVO EN CAFETALES: UNA OPCIÓN DE DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA
76	NOTICIAS



Master Journal List — Thomson Reuters

Corrección de estilo: Hannah Infante Lagarda

Maquetación: Alejandro Rojas Sánchez

Suscripciones, ventas, publicidad, contribuciones de autores:

Guerrero 9, esquina Avenida Hidalgo, C.P. 56220, San Luis Huexotla, Texcoco, Estado de México.

Teléfono: 01 (595) 928 4703 | jocadena@colpos.mx; jocadena@gmail.com

Impresión 3000 ejemplares.

©Agroproductividad, publicación respaldada por el Colegio de Postgraduados. Derechos Reservados. Certificado de Licitud de Título Núm. 0000. Licitud de Contenido 0000 y Reserva de Derechos Exclusivos del Título Núm. 0000. Editorial del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Núm. 036.

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

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

Impreso en México • Printed in México
 PRINTING ARTS MEXICO, S. de R. L. de C. V.
 Calle 14 no. 2430, Zona Industrial
 Guadalajara, Jalisco, México. C.P. 44940
 Fax: 3810 5567
www.tegrafik.com
 RFC: PAM991118 DGO

Directorio

Said Infante Gil
Editor General del Colegio de Postgraduados

Rafael Rodríguez Montessoro†
Director Fundador

Jorge Cadena Iñiguez
Director de Agroproductividad

Comité Técnico-Científico

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

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

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

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

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

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

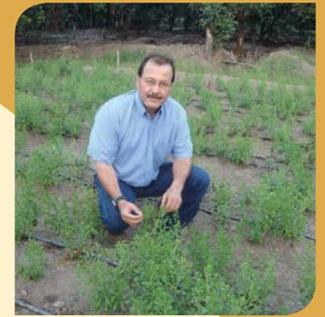
Instituto de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias
Pedro Cadena I.
Dr. Ing. Agr. Transferencia de Tecnología

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

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

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

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



Dr. Jorge Cadena Iñiguez

Editorial

Volumen 8 • Número 6 • noviembre–diciembre, 2015.

AP AGRO PRODUCTIVIDAD cierra el año 2015 con resultados de investigación relacionados con ciencia animal, tocando temas importantes tales como, alimentación, economía, diversificación, suplementos, forrajes y sanidad, en caprinos, ovinos y bovinos. En México, la ganadería en sus diferentes escalas de producción representa un pilar fuerte en la economía rural, y en muchas regiones se cuenta con vestigios genéticos de razas animales domesticadas, que por su aislamiento geográfico han registrado pocos cambios desde su arribo procedentes de Europa, lo cual las hace particularmente importantes. Esperamos que las contribuciones sean de utilidad a nuestros lectores.

El año 2016 **AP AGRO PRODUCTIVIDAD** se plantea el reto de emitir de forma mensual la publicación, buscando mayor dinamismo en la divulgación del conocimiento científico y tecnológico, de tal forma que incluirá en sus emisiones, además de resultados originales de investigación, preferentemente de forma temática, casos de éxito que demuestren cómo la investigación y tecnología han sido adoptados, adaptados y originado cambios en algún sector de la economía, induciendo innovaciones. Temas tales como, nuevas variedades, desarrollos tecnológicos, procesos, formulaciones, productos, diseños, composiciones relativas a actividad biológica funcional, maquinaria, además de innovaciones no tecnológicas (asociativas, organizativas y de negocios) entre muchas otras, serán bienvenidas.

Felices fiestas a todos nuestros lectores.

ELOGIO DEL AGRÓNOMO

PRAISE TO THE AGRONOMIC ENGINEER

Caballer-Mellado, V.¹

¹Catedrático Emérito de la Universidad Politécnica de Valencia. RICS (Eminente). Centro de Investigación en Ingeniería Económica de la Universidad Politécnica de Valencia (España).

Autor responsable: vcaballer@esp.upv.es

RESUMEN

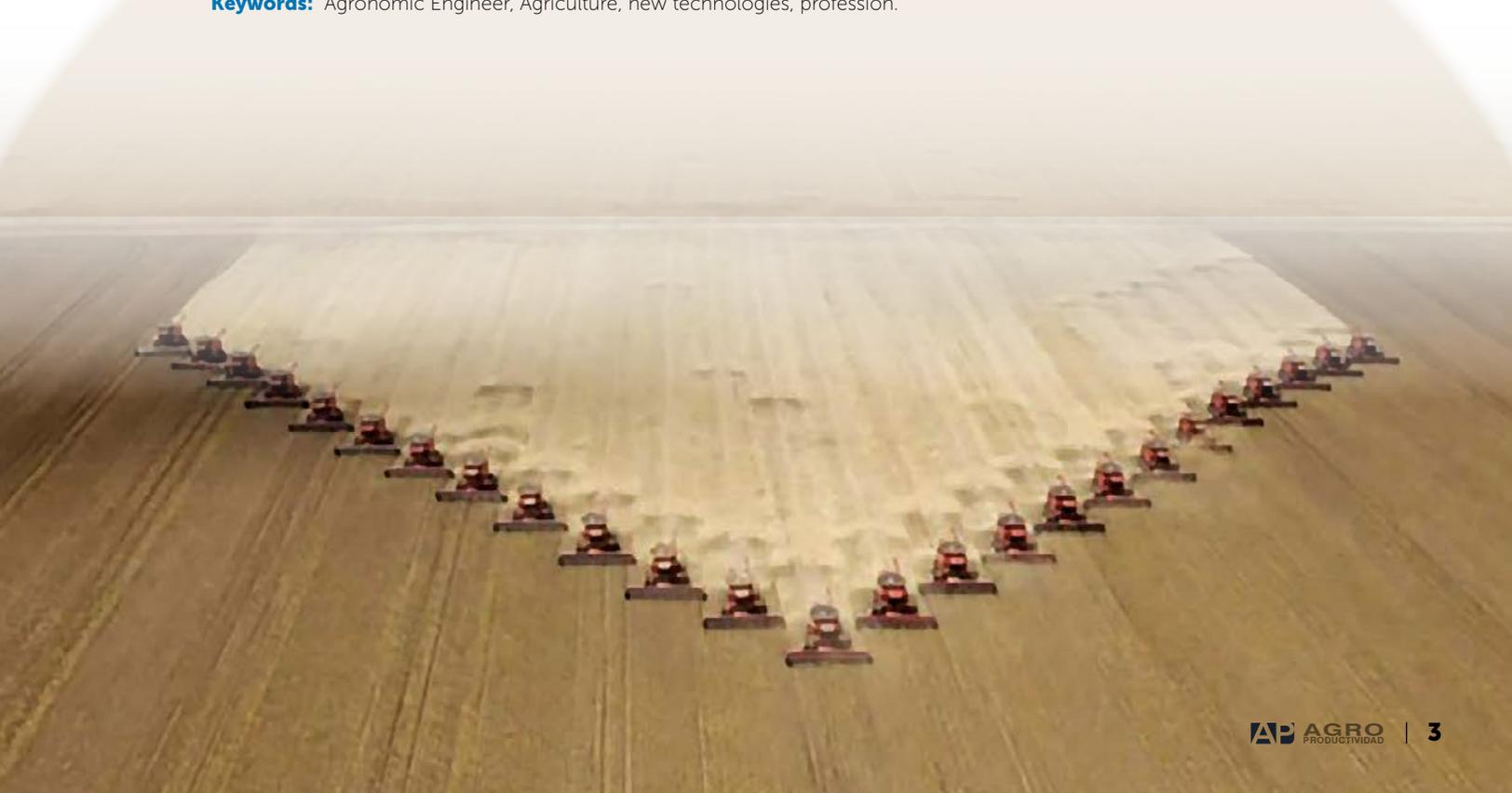
En el presente trabajo se plantean algunas reflexiones sobre la profesión del Agrónomo desde la perspectiva de la evolución de la agricultura como fuente de alimentación y empleo hasta un nuevo escenario globalizado donde la aplicación de las nuevas tecnologías obligan a replantearse la esencia de una profesión basada fundamentalmente en la conservación y mejora de la naturaleza y el paisaje, rural y la necesidad de huir de cantos de sirena con propuestas en las cuales los medios sustituyen al fin.

Palabras clave: Ingeniero Agrónomo, Agricultura, nuevas tecnologías, profesión.

ABSTRACT

In this paper some thoughts about the agronomist profession are presented, from the perspective of the evolution of agriculture as a source of food and employment to a new globalized scenario where the application of new technologies force us to rethink the essence of a profession based primarily on the conservation and enhancement of nature and the rural landscape, and the need to flee from siren calls with proposals in which the means replace the ends.

Keywords: Agronomic Engineer, Agriculture, new technologies, profession.





EL AGRÓNOMO

Desde la institucionalización de la Agronomía, hacia la mitad del siglo XIX, mediante la creación de las Escuelas y la actividad de sus titulares en los distintos grados, ésta ha sido considerada como una profesión prestigiosa. En parte porque el agrónomo actuaba en muchos lugares aislados como puente entre la ciudad y el medio rural, en parte también porque cuidaba de la salud de las plantas de la misma manera que el médico cuida de la salud de las personas, pero fundamentalmente porque aumentaba la productividad agraria a la que se dedicaba más del 60 % de la población activa, como el caso de España a principios del siglo XX, y de cuyos resultados dependía la alimentación humana y las hambrunas en un contexto maltusiano.

Dentro de la cultura latina formalmente más estructurada, algunos países como Portugal, Francia y España, optaron por integrar la profesión en el ámbito de las Ingenierías, siguiendo la línea napoleónica e ilustrada de formar profesionales, médicos, juristas e ingenieros militares y civiles, en primer lugar para apoyar al ejército en el campo de batalla y, en segundo lugar, para gestionar eficientemente el proyectado futuro imperio. Otros, en cambio, como Italia, optaron por el modelo de las licenciaturas siguiendo la tradición medieval propia de las universidades más antiguas en las ciudades-estado del siglo XV. En el intervalo definido por ambas referencias se fue configurando el mundo rural hispanoamericano, mientras el mundo anglosajón, más liberal en el mercado laboral especializado, continuó en una posición intermedia ecléctica y un tanto indefinida.

LEONARDO *versus* GALILEO

La diferencia entre ambos enfoques, ingeniero-licenciado, no es baladí, sino que se corresponde con dos enfoques diferentes de gestionar y manejar el conocimiento; diferencia que tiende a aumentar cada día más en el futuro como consecuencia de los efectos por aplicación de las nuevas tecnologías a pesar del uso, lamentablemente frecuente, del término contradictorio como es "licenciado en ingeniería" y pueden representarse por la imagen simplificada de dos genios paradigmáticos renacentistas como Leonardo da Vinci, ingeniero, y Galileo Galilei, científico. Como es sabido, Leonardo es un fascinante e impuro mercenario que va vendiendo su creatividad y sus proyectos a cualquiera que esté dispuesto a pagar por ello, ya sean mecenas, condotieros, papas o simples empresarios, y ello en cualquier rama de la ciencia, la

técnica o el arte. Así, por ejemplo, producirá "La Gioconda" para el rey de Francia y la maquina cortapiernas para Cesar Borgia. En el ingeniero predomina el fin, la utilidad, sobre los medios, el conocimiento y la creatividad.

Por el contrario, como también es sabido, Galileo está obsesionado por la verdad, el heliocentrismo, siguiendo las investigaciones que otros astrónomos precedentes, Brahe y Copérnico, no pudieron o no se atrevieron a publicar o defender, lo que le cuesta la persecución, la excomunión, pasar hambre, fabricar telescopios para aficionados snobs o vivir de la caridad de los escolapios. En el científico predomina el conocimiento por sí mismo y sobre todo lo demás. Desde la perspectiva de la ética personal puede parecer más noble una postura que otra; desde una perspectiva de la ética social se pueden invertir las tornas; desde la perspectiva profesional existe mayor predisposición a transformar la sociedad a corto plazo en un caso que en el otro, como lo demuestra que la repercusión de los inventos de Leonardo vayan más de cuatro siglos por delante de la era espacial.

CONOCIMIENTO RÍO *versus* CONOCIMIENTO ÁRBOL

Cuando el conocimiento se supedita a un fin u objetivo, éste se vuelve politécnico adquiriendo la forma metafórica de un río en el sentido de convergencia de diferentes fuentes; en el caso del río de agua y en caso del saber de disciplinas. Sólo el fin justifica los medios. Por el contrario, cuando el conocimiento adquiere valor por sí mismo, el objetivo es el crecimiento de dicho conocimiento, y lo que antes eran medios, ahora se convierten en fines muy especializados, de la misma manera que las ramas de un árbol, cada una va en una dirección.

Alrededor del primer modelo se agrupan preferentemente los ingenieros junto a otros profesionales, como los médicos, que han de tomar decisiones permanentemente ante los problemas reales que se presentan continuamente sin que puedan elegir en un entorno complejo, adverso, arriesgado, globalizado y cambiante a velocidad exponencial.

Alrededor del segundo modelo se agrupan los científicos profesionales y todos aquellos que participan en la valoración del conocimiento por sí mismo como un bien, independientemente de su utilidad a corto plazo en una simplificación dicotómica y simplificada que admite todas las posiciones intermedias. El Agrónomo,

cuando actúa enfrentándose a la realidad del medio rural, se incorpora al primer grupo como paradigma del modelo, ya que necesita conocimientos de todas las ramas del saber, desde las matemáticas y la física a la biología y la química; desde la maquinaria a la sociología rural, desde el problema del hambre a la despoblación del campo por precariedad del agricultor. Cuando trabaja en un laboratorio o despacho, en cambio, se integra en el segundo grupo de los científicos, seleccionando una ínfima parte del todo para poder profundizar, apareciendo así una gran complejidad a los efectos de definir la identidad de la profesión y consecuente los planes de estudio o, lo que es lo mismo, explicar el presente y diseñar el futuro.

UNA BATALLA ÉTICA

El Agrónomo, independientemente cual sea su título de ingeniero o licenciado, sólo lo será verdaderamente en la medida que actúa en parte o en todo en la dirección del modelo Río y se alejará de dicha condición en la medida que se oriente en la segunda dirección del modelo Árbol, dándose el caso de muchos Agrónomos que han terminado siendo científicos de reconocimiento internacional, como es caso de los Agrónomos españoles, recientemente desaparecidos, Enrique Ballester (Economía), Manuel Valdivia (Matemáticas), Darío Maravall (Física) entre otros. Mucho menos frecuente es el proceso inverso que, cuando se produce, se queda en el anonimato. Posiblemente la encrucijada en que se encuentra nuestra profesión de Agrónomos en el ámbito hispano sea el caso más arquetípico en contexto medios-fines por la necesidad de un mayor número de medios (nutrir el río de mayor número de fuentes) que pueda encuadrarse en el ámbito de un escenario más amplio en el que se encuentra toda la Universidad Española e Hispanoamericana por extensión, cuyas causas sean de naturaleza ético-históricas.

Efectivamente, volviendo al Renacimiento a partir de las dos referencias expuestas del conocimiento como medio y como fin, cada país o grupo de países ha ido evolucionando incorporando de manera más o menos autónoma y explícita nuevas ideas y tendencias, con diferentes grados de éxito o fracaso, e incorporando el pensar de las élites a la cultura popular en una estructura piramidal neutral o al servicio de determinados intereses hasta el momento actual en lo que viene llamándose sistema de ciencia y tecnología de cada país. En este sentido, se pueden aportar numerosos ejemplos de resultados entre los que destaca la explicación de mayor riqueza de ciertos países anglosajones frente a los latinos como consecuencia de la adopción de la ética calvinista frente a la ética que podíamos llamar tridentina o la riqueza de países sin recursos naturales frente a la pobreza de países territorialmente ricos.

I+D+i versus i+d+i

Todo lo que venimos diciendo sobre el conocimiento como fin o como medio de creación de riqueza se encuadra en el conocido polinomio que significa la suma de la Investigación, el Desarrollo y la innovación en el que no resulta baladí la ubicación de las mayúsculas, porque cuando se trata de obtener recursos para crear riqueza y empleo se utiliza el polinomio en su conjunto, cuando se trata de destinarlos a la jerarquía moral y económica, la mayúscula I de Galileo se lo lleva y no queda nada para la humilde i de

Leonardo que es la que crea riqueza y empleo a corto plazo y lo que es peor: la I se considera como una actividad más noble que la correspondiente a la pequeña i.

Ello como consecuencia de que en los países con gran cultura empresarial pueden permitirse el lujo de pensar en el futuro que está en la I y dejar el presente, la i, para el resto de la sociedad mientras en los países empresarialmente menos desarrollados por complejo de inferioridad y papanatismo. Tan patético resulta el atleta ganador del oro en una olimpiada exhibiendo la bandera de su país muriéndose de hambre como el centro de investigación agraria de prestigio internacional con una agricultura a su alrededor depresiva y con tierras abandonadas. O el rector de una universidad mintiendo como un bellaco cuando afirma que el objetivo de su institución es relacionarse con la innovación de sociedad cuando se analizan estatutos, presupuestos, órganos de gobierno o sistema de promoción y retribución del profesorado lo que implica un sistema caracterizado donde el científico es arbitrariamente superior al Agrónomo.

SÓLO EL FIN JUSTIFICA LOS MEDIOS

En el mundo de la filosofía el fin no siempre justifica los medios en contra de las propuestas de otro gran personaje renacentista italiano. En el caso del conocimiento finalista, y especialmente en mundo de la ingeniería, sólo el fin justifica los medios, y frecuentemente conviene ir ligeros de equipaje utilizando los conocimientos de cada área o materia básica en la medida en que sean necesarios. Cuando no se cumple este principio puede ocurrir



que la excesiva carga de una materia impida o dificulte el equilibrio necesario para la utilización óptima de los recursos, su coordinación y toma de decisiones en un enfoque finalista. Metafóricamente, es como un cliente que entra en un supermercado y carga su carro con cien kilos de azúcar: ya no le cabe nada más. La finalidad de la profesión Agronómica puede definirse como "la conservación, mejora y aprovechamiento de la naturaleza y el territorio que la contiene para crear riqueza en forma de bienes y servicios puestos a disposición de una sociedad globalizada, arriesgada y sometida a cambios continuos".

En esta definición aparecen más o menos explícitamente todas las áreas o conocimientos-árbol que necesita el Agrónomo, que van desde la Biología a las Nuevas Tecnologías de la Información, pasando por la Cartografía, la Economía, la Sociología, otras básicas e intermedias (Mecanización, Cultivos, Estadística, etc.). Antiguamente el estudio de estas materias con cierta profundidad constituía el contenido de los planes de estudio en las Escuelas de nuestra profesión. Con el paso del tiempo y el crecimiento exponencial de cada uno de estos conocimientos-árbol resultaba cada vez más difícil la elaboración de los planes de estudio, porque un elefante no cabe en una lata de cerveza y una manada de elefantes menos. Actualmente no solo se ha intensificado el crecimiento exponencial de los avances de dichas materias sino que, además, está disponible en la red en excesiva cantidad y por consiguiente cabe plantearse la sustitución del aprendizaje de dicha materia por el aprendizaje exclusivamente de su uso al fin definido en párrafos precedentes.

NEOMALTHUSIANISMO

Durante mucho tiempo se ha venido considerando que el principal objetivo y causa de la existencia de la Agricultura era proporcionar alimentos a la población creciente, tanto en cada entorno territorial concreto como en el plano global del planeta tierra, con una superficie de tierra de uso agrario decreciente.

Además de los estudios de la FAO instando a considerar la demanda creciente de alimentos y reaccionar con técnicas de cultivo más eficientes y sostenibles, periódicamente aparecen opiniones alarmistas en el sentido de que dentro de cincuenta o cien años el planeta tierra no podrá producir alimentos para toda la población previsible siguiendo las tendencias actuales.

Se equivocó Malthus en sus previsiones condicionado por las hambrunas del Norte de Europa, y lo hizo doble-

mente tanto en la evolución de la población que pasó de la tendencia exponencial a la logística, en la tendencia de la productividad agraria que pasó de lineal a exponencial y que continúa creciendo actualmente. La extensión de sistemas expertos a la producción agraria o la extensión de cultivos hidropónicos en instalaciones verticales permiten pensar en la posibilidad de multiplicar por cuatro o cinco veces o más la producción actual de alimentos en pocos años. Sin embargo si a nuestro modesto modo de ver no existe problema en la producción de alimentos, existen graves problemas en la distribución de ellos, y en la evolución del control de su producción mediante las nuevas tendencias en la propiedad y tenencia de la tierra, principal factor de la producción.

OLIGOPSONIO-OLIGOPOLIO: EL CUELLO DE BOTELLA

El problema alimentario mundial parece situarse más en la distribución de los alimentos que en la producción propiamente dicha, ya que la productividad sigue aumentando y lo hará en los próximos años como consecuencia de la aplicación de las nuevas tecnologías, cambiando la posición del Agrónomo en el proceso, pero manteniendo la función de globalidad. Efectivamente, de la queja un tanto rutinaria de los pequeños agricultores sobre los abusos de los intermediarios se ha pasado a constituir una razón de estado para el país considerado como liberal por antonomasia, hasta el punto de que la fusión entre las dos grandes empresas de la alimentación, Cadbury y Kraft, a principios de 2010, hizo sonar la alarma en los Estados Unidos sobre la posición dominante de los grandes supermercados, con las consiguientes consecuencias sobre los precios percibidos por los agricultores y la vulneración de las leyes de defensa de la competencia, trasladando la preocupación a otros organismos internacionales como el Parlamento Europeo o el relator de derecho a la alimentación de Naciones Unidas.

En un claro ejemplo de Oligopsonio en la compra y Oligopolio en la venta, el defensor de la competencia señala como ejemplo el caso del café, donde 25 millones de productores y 500 millones de consumidores están manejados por las empresas de intermediación en las cuales cinco empresas manejan el 45% de las operaciones de torrefacción o tres empresas manejan el 80% del mercado del té y, así sucesivamente, ofrece datos análogos para el tratamiento del cacao, la soja o productos lácteos.

El mismo efecto de concentración se detecta en el siguiente proceso, más cercano al consumidor como es el de los supermercados, donde se pueden aportar los ejemplos de Reino Unido con el 75 % del mercado controlado solo por cuatro comercios, Argentina y Brasil con más del 60 % de los alimentos adquiridos en cadenas de supermercados. En estos casos los pre- visibles beneficios procedentes del aumento de la pro- ductividad por economías de escala se van mayorita- riamente a los beneficios empresariales y las pequeñas rebajas a los consumidores se transforman en grandes pérdidas para los agricultores y ganaderos, el eslabón más débil.

Las decisiones se alejan cada vez más de los productores, con mayor intensidad aun si cabe cuando el mercado de productos agrarios se traslada a un campo más abstracto como es el mercado de materias primas, donde la cotización de maíz, la soja, el café, el trigo, el cacao o el algodón se mezclan o confunden con los movimientos especulativos del oro, las oscilaciones del pre- cio del petróleo o el co- bre, sin que la escasez de producción agraria se traduzca en mayores precios para el productor ni la abundancia repercuta lo más mínimo sobre el consumidor.

HACIA UNA AGRICULTURA SIN HOMBRES

El mantenimiento de la figura del Agrónomo ha de supe- rar nuevos desafíos como consecuencia de la incorpo- ración de las nuevas tecnologías, principalmente la Te- lemática y los Sistemas Expertos, al tradicional conflicto entre minifundismo y productividad, cuyo resultado pue- de conducir a una agricultura totalmente automatizada y sin hombres.

En efecto, durante mucho tiempo el aumento de la productividad de la agricultura ha ido generando len- tamente más producción con menos mano de obra y, por consiguiente, traslado de trabajadores agrícolas a operario de la industria y los servicios pasando del

60 % de población activa en agricultura al 2 % en los países desarrollados. Por otra parte, diversas medidas proteccionistas han venido apoyando a los pequeños y medianos agricultores para salvar las diferencias res- pecto a las grandes empresas agrarias favorecidas por las economías de escala y la superación del umbral mínimo para la aplicación de cualquier tecnología o avance. Sin embargo, mientras la automatización de la industria y una parte de los servicios ha venido ge- nerando aumentos de la productividad de la mano de obra cuantitativa y cualitativamente importantes has- ta límites insospechados hasta conseguir procesos de producción casi totalmente automáticos, no venía ocu- rriendo lo mismo con la Agricultura, la Construcción o el Transporte. La diferencia cabe encontrarla entre la

ubicación acotada en un espacio puntual fijo de la industria y algunos servicios frente a otra actividad en una ubicación espa- cial amplia y móvil de la Agricultura, la cons- trucción y algunos ser- vicios. Ahora bien, la incorporación de estas tecnologías requie- re grandes superficies que superen el umbral de rentabilidad, al igual que ahora ocurre con los tractores y las cose- chadoras, pero a gran

escala, lo que significa incrementar el abismo existente entre el minifundio y las grandes superficies que pue- den producir grandes cantidades de soja (soya), maíz o trigo de manera prácticamente automática; es decir, una agricultura sin hombres. La imagen aportada por Grain (Figura 1), donde 25 cosechadoras trabajando día y noche en batería, sin conductor, guiadas por un or- denador, a través de un satélite resulta paradigmática de un paisaje uniformizado sin agricultores.

UN CAMBIO PREVISIBLE PARA EL FUTURO: LA NUEVA AGRICULTURA MUNDIAL

A estas alturas no cabe duda de que el cambio climá- tico va en serio y cada vez resulta más difícil que las medidas paliativas propuesta por algunos líderes y or- ganizaciones mundiales lleguen a cambiar la tendencia o disminuir los efectos. Un cambio climático implica



Figura 1. Imagen de 25 cosechadoras en labores de forma automá- tica. Fuente: Grain.org

cambio en el medio en que se desarrollan distintos tipos de plantas en función principalmente de la temperatura y la aportación de agua, ya sea mediante el correspondiente régimen de lluvias o la ingeniería del regadío. Actualmente ya se observa un ligero cambio en la localización de determinados cultivos hacia zonas más frías y consideradas tradicionalmente como limitativas. Un cambio climático significa, también, una nueva estructura de la agricultura del planeta que va más allá del proceso puramente biológico, territorial, económico o social, considerados de forma aislada, ya que necesita el enfoque global o pluridisciplinar que también hemos asignado al Agrónomo, cuando actúa como Ingeniero, sea cual fuere su titulación.

LA AGRONOMÍA COMO BIEN DE CONSUMO

Colaborar con la inmensa creatividad y potencialidad de la Naturaleza, cuantitativa y cualitativamente es un gran privilegio que produce en muchas personas una satisfacción, una cierta erótica, independientemente de los resultados económicos de la actividad. Así lo demuestra la existencia de las llamadas fincas de recreo, en las que se invierten cuantiosos recursos sin importar los resultados, como signo de prestigio y disfrute del paisaje y clima del campo en contraposición del ambiente contaminado de la ciudad, o la creación de huertos urbanos para los jubilados en los que personas procedentes de otras profesiones se distraen obteniendo cosechas más caras que si las adquiriesen en el mercado. Si además de contemplar

la germinación, crecimiento, floración y fructificación de cualquier planta o descansar bajo cualquier árbol centenario, símbolo de la solidaridad intergeneracional, como diría el gran Agrónomo renacentista Herrera^[2], se crea riqueza (alimentos, equidad, paisaje rural o estabilidad climatológica, entre otros) como hace el Agrónomo, el privilegio es mucho mayor.

AGRONOMÍA, PAISAJE, JARDINERÍA

No cabe duda que la profesión de Agrónomo puede considerarse una de las más completas y satisfactorias que existen cuando se entiende y ejecuta en su globalidad lo que indica grandes dificultades propias más que de su interdisciplinariedad de su politecnia, y se constituye en un privilegio para el que logra ejercerla con plenitud porque supone proporcionar a la naturaleza el trato supremo y más desinteresado en el sentido que daban los antiguos precolombinos a la Mama chicha.

En efecto, el minero para extraer el vegetal ha de roturar y destruir la tierra, el constructor la modifica y la esteriliza, el forestal que produce carbón madera o pasta de papel la mantiene pero la desnuda, el agricultor llega a un pacto de cuidado a cambio de producción mientras los diseñadores, constructores y mantenedores de jardines y del paisaje solo pretenden que la tierra sea cada vez más bella, estable, sana y viva y, de todos los profesionales que intervienen en esta actividad, sólo resulta imprescindible la visión del Agrónomo como especialista en mejorar la naturaleza en todos sus aspectos frente a otros que son:

La jardinería urbana o la planificación paisajística en el medio rural como actividad profesional del Ingeniero Agrónomo ha sido reivindicada en la teoría y la práctica por ilustres profesionales y académicos con ejercicio de la actividad, publicaciones y proyectos formativos y al igual que se pueden citar compañeros que han destacado en las diferentes ramas de la ciencia (Economía, Matemáticas y Física) también se pueden citar en Jardinería al Maestro José Antonio del Cañizo por sus libros sobre jardinería, y a Juan José Galán Vivas en paisaje, actualmente en la Universidad del Aalto (Finlandia).

Finalmente, como vale más una imagen que mil palabras, en la Figura 2, se reproducen dos casos de jardines situados entre sí a menos de 25 Km en Valencia, España, en los que resulta obvia la diferencia. El primero es de un importante edificio en la entrada de la ciudad, cuyo argumento es el agua que riega la huerta y se han plantado 11 palmeras datileras (*Phoenix dactylifera* L) de las cuales siete se han muerto de sed en un entorno donde circulan decenas de hectómetros de agua: se olvidaron de un pequeño detalle y tomaron como referente la estética del hormigón y del agua como elemento generador de paisaje y se olvidaron del ser vivo, la palmera, que necesita el riego.

El segundo corresponde a un palmeral privado en terrenos de secano, donde se ha instalado el riego pensando únicamente en el bienestar de las plantas y las palmeras han respondido con una estética incomparable.

² Gabriel Alonso de Herrera (Talavera de la Reyna, Toledo, 1470-1509)



Figura 2. Palmeras datileras (*Phoenix dactylifera* L.) A: sin adecuado suministro de agua. B: Con irrigación adecuada. Fotografía del autor

LITERATURA CITADA

Caballer-Mellado V., Castelló-Fos D. 2015. Alimentos y tierras. ¿Hacia un oligopolio global? Observatorio del Mercado de la Tierra.

Cañizo J.A. 2006. El jardín: Arte y técnica (6ª ed.). Mundiprensa.

Grupo ETC. (abril de 2010). Grain.org. Obtenido de <https://www.grain.org>



PREFERENCIA DE OVINOS Y BOVINOS POR FRUTOS DE SEIS ESPECIES ARBÓREAS

PREFERENCE OF SHEEP AND CATTLE FOR FRUITS FROM SIX TREE SPECIES

Cervantes-Marín, A.¹; López-Ortiz, S.^{1*}; Martínez-Dávila, J.P.¹; Gallardo-López, F.¹; Guerrero-Rodríguez, J.D.D.²; Pérez-Hernández, P.¹.

¹Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, km. 88.5 carretera Federal Xalapa-Veracruz, Tepetates, Municipio de Mantío Fabio Altamirano, C.P. 91690, Veracruz, México. ²Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Km. 125.5 Carretera Federal México-Puebla, Santiago Momoxpan, C.P. 72760, Puebla, Puebla, México.

*Autor para correspondencia: silvialopez@colpos.mx

RESUMEN

Se determinó la preferencia de ovinos y bovinos hacia frutos de *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. Willd., *Caesalpinia cacalaco* Bonpl., *Vachellia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth., *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby y *Guazuma ulmifolia* Lam. En la primera prueba se determinó la preferencia de becerros criollo lechero Tropical-Tarantés y en la segunda y tercera, la preferencia de ovinos pelibuey. En cada prueba se ofrecieron simultáneamente frutos molidos en periodos de 15 minutos, durante siete días consecutivos, utilizando un arreglo de cafetería. Los frutos utilizados registraron más de 8% de proteína cruda (PC) destacando *C. mangense* (20.7%), mientras que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) más alta fue para *C. cacalaco* (69.9%); se registró presencia de taninos, terpenos, saponinas y flavonoides en los frutos, sobresaliendo *A. cochliacantha* con mayor contenido. Los bovinos prefirieron ($P < 0.001$) *V. pennatula* (252 ± 73) y *G. ulmifolia* (247 ± 54 g animal⁻¹) sobre otros frutos. Los ovinos sin ayuno mostraron mayor preferencia por *C. mangense* (79 ± 35 g animal⁻¹ día⁻¹) mientras que los ovinos con ayuno prefirieron ($P < 0.001$) *C. mangense*, *A. pennatula* y *A. cochliacantha* (76 ± 28 , 73 ± 9 y 60 ± 12 g animal⁻¹ día⁻¹, respectivamente). Tanto los bovinos y ovinos mostraron preferencia por algún fruto, sin embargo de mayor preferencia fueron *C. mangense* para ovinos, *A. pennatula*, y *G. ulmifolia* para bovinos, y los frutos de *C. cacalaco* fueron los menos aceptados.

Palabras clave: Árbol nativo, rumiantes, pruebas de cafetería, compuestos secundarios

ABSTRACT

The preference of sheep and cattle for fruits from *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. Willd., *Caesalpinia cacalaco* Bonpl., *Vachellia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth., *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby, and *Guazuma ulmifolia* Lam, was determined. During the first trial, the preference of Tropical-Tarantés milking Criollo calves was determined, and in the second and third, the preference of Pelibuey sheep. In each trial, crushed fruits were offered simultaneously in periods of 15 minutes, for seven consecutive days, using a cafeteria arrangement. The fruits used showed more than 8% of raw protein (RP), with *C. mangense* standing out (20.7%), while the highest *in vitro* digestibility of the dry matter (INDDM) was for *C. cacalaco* (69.9%); the presence of tannins, terpenes, saponins and flavonoids was recorded in fruits, with *A. cochliacantha* standing out with the highest content. The cattle preferred ($P < 0.001$) *V. pennatula* (252 ± 73) and *G. ulmifolia* (247 ± 54 g animal⁻¹) over other fruits. The non-fasting sheep showed greater preference for *C. mangense* (79 ± 35 g animal⁻¹ day⁻¹), while the fasting sheep preferred ($P < 0.001$) *C. mangense*, *A. pennatula* and *A. cochliacantha* (76 ± 28 , 73 ± 9 y 60 ± 12 g animal⁻¹ day⁻¹, respectively). Both the cattle and the sheep showed preference for one fruit, although those of highest preference were *C. mangense* for sheep, *A. pennatula* and *G. ulmifolia* for cattle, and the *C. cacalaco* fruits were the least accepted.

Keywords: Native tree, ruminants, cafeteria trials, secondary compounds.

INTRODUCCION

En las regiones tropicales de México existe gran diversidad de especies de árboles que bajo un manejo adecuado podrían ser fuente de forraje para el ganado utilizando su follaje y frutos. Muchas especies son fuente de forraje cuando están disponibles al ganado dentro de los pastizales, y en las zonas de clima seco, el follaje, la hojarasca y los frutos se convierten en la fuente más importante de forraje a falta de gramíneas (Carranza-Montaña *et al.*, 2002; Velázquez-Martínez *et al.*, 2010). Diversos estudios han destacado que los frutos pueden tener una apreciable calidad nutritiva haciéndolas una fuente importante de energía y proteína para el ganado (Cecconello, 2003; González *et al.*, 2007; Ramírez-Lozano *et al.*, 2010). En el Estado de Veracruz, México, existen extensas áreas degradadas de selva baja caducifolia que han sido transformadas a tierras de cultivo o pastizales, donde muchas especies arbóreas nativas se regeneran (Bautista-Tolentino *et al.*, 2011). Algunos de esos árboles producen frutos entre los meses de marzo a junio, coincidiendo con la temporada en que la producción de gramíneas (Poaceae) es más baja o en ocasiones nula, y el ganado en pastoreo consume los frutos dispersos bajo los árboles. Este hecho hace pensar que dichos recursos pueden tener un papel importante en la alimentación animal de zonas con necesidades de forraje en la época de estiaje, sin embargo, poco se sabe sobre la calidad nutricional y palatabilidad para el ganado doméstico. Cuando se utilizan frutos y follaje de árboles, es necesario conocer los aspectos nutricionales de estos, ya que muchas especies tienen compuestos secundarios que aun cuando se ha probado que pueden ser benéficos, también existen riesgos de causar efectos negativos en la salud y el comportamiento de los animales. Con base en lo anterior, se determinó la preferencia de ovinos y bovinos por frutos de *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. Willd., *Caesalpinia cacalaco* Bonpl., *Vachellia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth., *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby y *Guazuma ulmifolia* Lam.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la investigación

La investigación se desarrolló en la zona centro del estado de Veracruz (19° 10' 44"- 19° 14' 53" N; y 96° 33' 32"- 96° 30' 29" O) a 237 m. El clima de la región es Aw''₀ (w) (i') g clasificado como el más cálido y más seco de los cálidos subhúmedos, con precipitación anual menor a

1000 mm distribuida mayormente en verano y sequía intraestival y escasa precipitación en invierno (García, 1973), y en general, la precipitación en la zona descrita se distribuye entre los meses de julio a noviembre y la época seca comprende de enero a junio.

Recolección de frutos

Después de un sondeo para identificar las especies con frutos que más consumen los animales y su disponibilidad dentro de la zona de estudio, se recolectaron frutos maduros de *A. cochliacantha*, *C. cacalaco*, *V. pennatula*, *C. mangense*, *S. atomaria* y *G. ulmifolia*, entre los meses de marzo a mayo de 2011. La recolección fue una vez que se desprendieron de los árboles y secaron al sol durante tres días; posteriormente se molieron en un molino de martillos y se almacenaron en tanques de plástico de 200 litros, cerrados herméticamente.

Pruebas de preferencia

Se realizaron tres pruebas de preferencia con ovinos y bovinos: a) preferencia con bovinos en pastoreo sin ayuno, b) preferencia con ovinos en pastoreo sin ayuno y c) preferencia con ovinos en pastoreo con ayuno de 12 horas. En la primera prueba, se utilizaron seis becerros F1 de Criollo Lechero Tropical (CLT) y Tarantes con 208±31 kg de peso vivo y 16 meses de edad. Estos animales evaluados no habían tenido antecedentes de consumo de los frutos de las especies evaluadas. La prueba se inició con un periodo de adaptación de 15 días que consistió en ofrecer diariamente aproximadamente 50 g⁻¹ de frutos de cada especie, utilizando el protocolo de cafetería en el que todos los alimentos se ofrecen separados y de manera simultánea, por un periodo corto de tiempo. Al terminar la adaptación se inició el periodo experimental de siete días, durante el cual se ofrecieron diariamente 300 g⁻¹ de cada uno de los frutos durante 15 minutos (7:00-7:15 am), a cada animal de manera individual; los frutos se colocaron de manera simultánea en el mismo comedero con separaciones de 20 cm de ancho y 10 cm de fondo. Durante la prueba, los animales permanecieron en pastoreo las 24 horas del día, en una pradera con *Digitaria eriantha* Steudel cv. Pangola, con 25 días de rebrote.

La segunda prueba se realizó con seis ovinos machos de la raza pelibuey, con 24.5±6 kg de peso vivo y seis meses de edad. Los animales no tenían antecedentes de consumo de los frutos de las especies evaluadas; la prueba se inició con un periodo de adaptación de 15 días que consistió en ofertar 20 g⁻¹ de cada fruto bajo el protocolo



lo de cafetería (7:00 am). Inmediatamente después de este periodo se inició la prueba experimental de siete días, durante la cual se ofrecieron diariamente 100 g⁻¹ de frutos de cada especie durante periodos de 9:00-9:15 am (después del pastoreo previo de dos horas), siguiendo el mismo protocolo que en la primera prueba. Los animales se mantuvieron en pastoreo en una misma pradera con pasto *D. eriantha*, con 28 días de edad de rebrote. Después de la prueba, los animales regresaban a la pradera para pastorear hasta las 18:00 h, después se encerraban en un corral para protegerlos.

La tercera prueba se realizó empleando el mismo protocolo que en la segunda, excepto por un cambio en el horario que consistió en ofrecer los frutos de 7:00-7:15 am, después de un ayuno de 12 h. A diferencia de la prueba anterior, los animales no pastorearon antes de ofertarles los frutos, esto se hizo para definir posibles cambios en la preferencia de animales en condición de hambre, que asemeja las condiciones en que los animales se encuentran cuando se alimentan de estos frutos durante el pastoreo. En todas las pruebas, se pesó el alimento rechazado diariamente y por diferencia con el ofrecido se determinó el consumo en base seca.

Calidad químico nutritiva de los frutos

Se determinó el contenido de proteína cruda (PC) con el método Kjeldahl (AOAC, 1984), la fibra detergente neutra (FDN) y ácida (FDA) con la técnica bolsa de filtro de ANKOM; y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) con el método de la bolsa de filtro y la incubadora Daisy de ANKOM. La presencia o ausencia de los principales grupos de meta-

bolitos secundarios en los frutos se determinó mediante pruebas colorimétricas. La presencia de saponinas se confirmó añadiendo agua a los frutos secos y la formación de espuma confirmó su presencia; para alcaloides se utilizó el reactivo Dragendorff que precipita estos compuestos dando a la solución una tonalidad naranja. Los terpenoides se detectaron con la prueba de Liberman, que utiliza ácido masticadienónico como control positivo, y se contrasta con una placa de cromatografía. Los taninos se detectaron con la prueba del cloruro férrico que en presencia de taninos muestra una coloración rosa, y para los flavonoides se hizo reaccionar una tira de magnesio con gotas de ácido clorhídrico que provoca una coloración naranja, confirmando la presencia en una placa de cromatografía.

Análisis estadísticos

La calidad químico nutritiva de los frutos y la presencia de compuestos secundarios se exponen con estadísticas descriptivas. Para determinar la preferencia por los seis frutos en cada especie animal, se realizó un análisis de varianza para cada prueba por separado, bajo un diseño completamente al azar; el modelo incluyó solo el efecto de especie (árbol), y se utilizó el procedimiento GLM y la prueba de medias LSMeans del Statistical Analysis Systems, versión 4.3.3 (SAS Inc., 2010). También se analizó la distribución de las preferencias con los datos de consumo de materia seca de los bovinos y ovinos, utilizando el procedimiento PRINQUAL de la misma versión de SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad químico nutricional de los frutos

El contenido de PC de los frutos de todas las especies fue superior a 8%, sin embargo, *C. mangense* resaltó con 20.7%, mientras que frutos de *G. ulmifolia* y *A. cochliacantha* registraron niveles medios de 13.6% y 12.1% respectivamente. Los niveles más altos de FDN y FDA se presentaron en frutos de *S. atomaria*, *V. pennatula* y *A. cochliacantha*, atribuido a menor digestibilidad de estas especies. En general, los frutos con mejor calidad nutritiva en base a los parámetros estudiados fueron *C. mangense* y *C. cacalaco*, mientras que los demás frutos registraron calidad nutritiva similar (Cuadro 1).

Se detectó la presencia de compuestos secundarios asociados a cuatro grandes grupos (Cuadro 2). En un extremo destacaron los que contienen saponinas, terpenos taninos y flavonoides en distintas magnitudes, y en

Cuadro 1. Composición química de seis frutos de especies forrajeras arbóreas de la selva baja caducifolia (% BS).

Especie	PC	FDN	FDA	DIVMS
<i>Caesalpinia cacalaco</i>	8.54	25.90	17.18	69.98
<i>Senna atomaria</i>	9.67	59.01	38.75	39.66
<i>Vachellia pennatula</i>	9.78	58.19	30.41	37.58
<i>Guazuma ulmifolia</i>	13.59	47.50	36.49	49.39
<i>Acacia cochliacantha</i>	12.13	54.16	38.75	42.09
<i>Chloroleucon mangense</i>	20.74	39.55	25.82	61.88

PC: proteína Cruda, FDN: Fibra Detergente Neutro, FDA: Fibra Detergente Acido, DIVMS: Digestibilidad *In vitro* de la Materia Seca.

el otro destacó *C. mangense* por la ausencia de cualquier compuesto. Los taninos y los terpenoides fueron los dos grupos de compuestos con mayor presencia en los frutos (Cuadro 2).

Preferencia de los bovinos

Los bovinos prefirieron los frutos de *V. pennatula* y *G. ulmifolia* (P<0.001). Mientras que los frutos de *C. cacalaco* fueron los menos preferidos (P<0.001), pues los animales solo consumieron 2 g animal⁻¹ (Cuadro 3).

La primera dimension (Figura 1) separó las especies por la preferencia que los animales mostraron, y corroboró que *C. cacalaco* y *S. atomaria* son menos preferidos que *G. ulmifolia*, *C. mangense* y *V. pennatula*. Es evidente también que los individuos de las dos especies seleccionaron de manera diferente los frutos ofrecidos, lo cual no se aprecia cuando los consumos de todos los individuos se promedian.

Preferencia de los ovinos

Los ovinos sin ayuno mostraron preferencia por los frutos de *C. mangense* (P<0.001; Cuadro 3), consumiendo cantidades intermedias de *A. cochliacantha* y *V. pennatula*, superiores a todos los demás (P<0.001). Bajo esta condición, se observó que en la primera dimension (Figura 2), los frutos de *C. cacalaco* fueron menos preferentes respecto a las demás especies, destacando *C. mangense* como el más preferido.

Los ovinos con ayuno también mostraron preferencias (P<0.00; Cuadro 3), aunque bajo esta condicion consumieron cantidades similares de *C. mangense*, *V. pennatula* y *A. cochliacantha* (P>0.001); *C. cacala-*

Cuadro 2. Metabolitos secundarios en frutos de seis especies de árboles de la selva baja caducifolia.

Especie	Saponinas	Alcaloides	Terpenos	Taninos	Flavonoides
<i>Acacia cochliacantha</i>	+++	-	+++	++++	+
<i>Acacia Pennatula</i>	++	-	-	++++	+
<i>Caesalpinia cacalaco</i>	-	-	+	++++	+
<i>Chloroleucon mangense</i>	-	-	-	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i>	-	-	++	+	+
<i>Senna atomaria</i>	+	-	++++	-	-

El símbolo - indica que no se detectó la presencia del compuesto.

Cuadro 3. Consumo (g MS animal⁻¹) de frutos de especies forrajeras por bovinos, ovinos sin ayuno y con ayuno en pruebas de cafetería.

Especie	Bovinos	Ovinos (sin ayuno)	Ovinos (con ayuno)
<i>Acacia cochliacantha</i>	33 ± 74 ^C	51 ± 20 ^B	73 ± 9 ^A
<i>Senna atomaria</i>	70 ± 87 ^C	28 ± 29 ^C	40 ± 18 ^B
<i>Guazuma ulmifolia</i>	247 ± 45 ^A	12 ± 25 ^C	32 ± 16 ^B
<i>Vachellia pennatula</i>	252 ± 73 ^A	60 ± 12 ^B	60 ± 12 ^A
<i>Chloroleucon mangense</i>	186 ± 100 ^B	79 ± 35 ^A	76 ± 28 ^A
<i>Caesalpinia cacalaco</i>	2 ± 1 ^D	1 ± 0 ^D	5 ± 11 ^C

A,B,C,D Medias con distinta literal entre filas difieren estadísticamente (P<0.001).

co fue el fruto menos preferido (P<0.001). Consecuentemente, la primera dimension (Figura 3) separa los frutos de esta misma especie como los menos preferidos y los de *C. mangense*, *V. pennatula* y *A. cochliacantha* como los más preferidos.

Aunque todos los frutos estudiados fueron consumidos por ambas especies, es necesario determinar que especies tienen un mayor potencial para

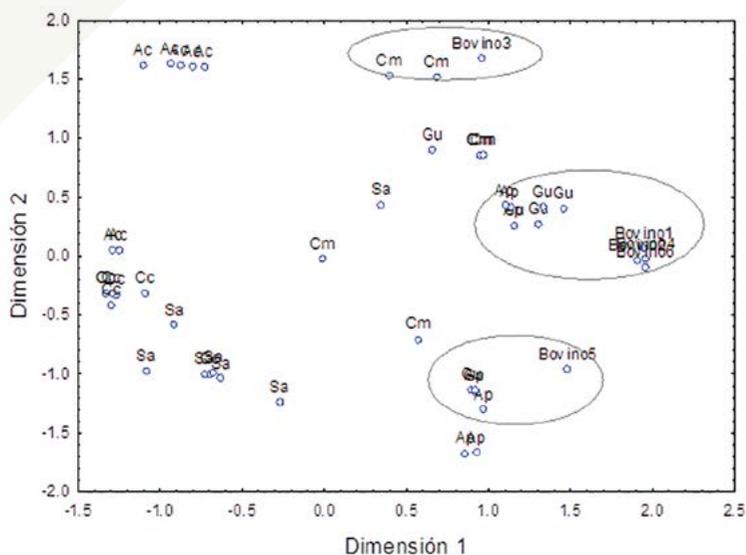


Figura 1. Distribución de la preferencia de bovinos para frutos de *Acacia cochliacantha* (Ac), *Caesalpinia cacalaco* (Cc), *Vachellia pennatula* (Ap), *Chloroleucon mangense* (Cm), *Senna atomaria* (Sa) y *Guazuma ulmifolia* (Gu), como fuentes de forraje ofrecidos en cafetería.

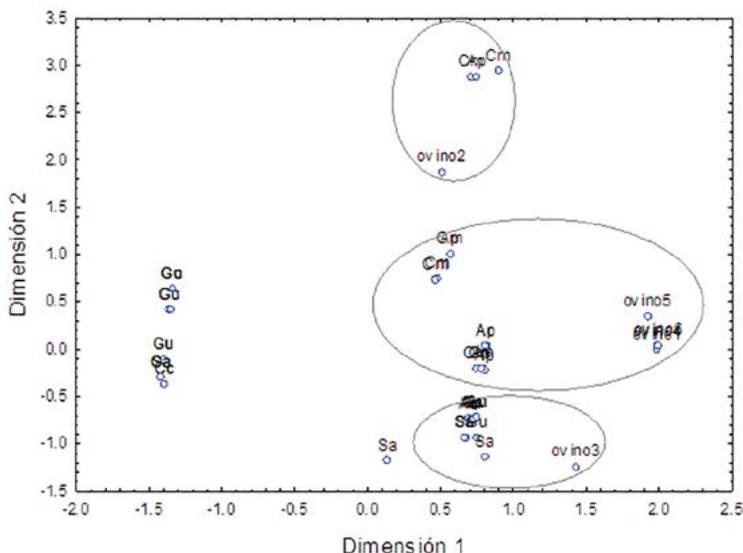


Figura 2. Distribución de la preferencia de ovinos sin ayuno para frutos de *Acacia cochliacantha* (Ac), *Caesalpinia cacalaco* (Cc), *Vachellia pennatula* (Ap), *Chloroleucon mangense* (Cm), *Senna atomaria* (Sa) y *Guazuma ulmifolia* (Gu), como árboles forrajeros ofrecidos en cafetería.

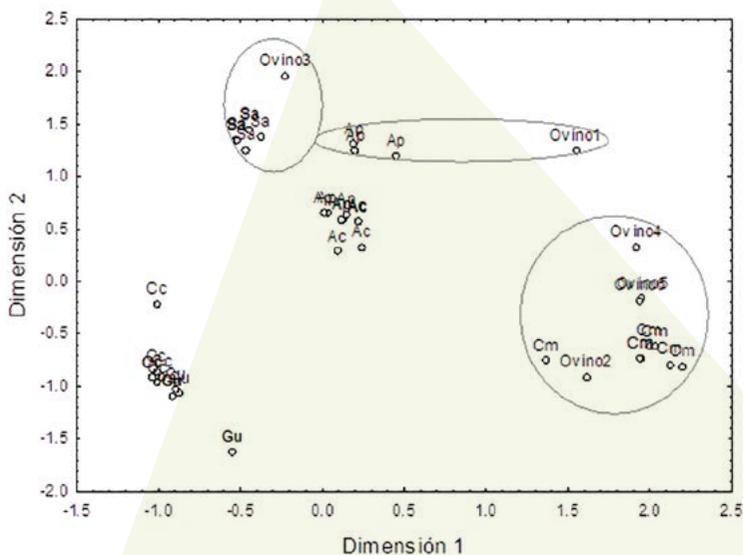


Figura 3. Distribución de la preferencia de ovinos con ayuno para frutos de *Acacia cochliacantha* (Ac), *Caesalpinia cacalaco* (Cc), *Vachellia pennatula* (Ap), *Chloroleucon mangense* (Cm), *Senna atomaria* (Sa) y *Guazuma ulmifolia* (Gu), como árboles forrajeros ofrecidos en cafetería.

alimentar el ganado. Esta decisión tiene un carácter multidimensional ya que su evaluación no depende únicamente de su preferencia o consumo sino de la concentración de nutrimentos y compuestos secundarios que puedan interactuar con los contenidos en los alimentos (Villalba et al., 2002). A este respecto, los bovinos prefirieron los frutos de *G. ulmifolia* y *V. pennatula* por igual, seguido de *C. mangense*, sin embargo, estas especies no tienen calidad nutritiva comparable como para especular que poseen las mejores características nutritivas, ya que, mientras las primeras tienen mediana con-

centración de PC y baja digestibilidad, la tercera es la especie con mejor calidad de las evaluadas. Es difícil discernir si la composición de compuestos secundarios pudiera explicar esta preferencia, aunque pareciera que estas especies tienden a tener menor concentración de compuestos fenólicos y flavonoides. Los ovinos tienen preferencia por los frutos de *A. cochliacantha*, *V. pennatula* y *C. mangense*, independientemente de la condición del ayuno. Igualmente, los frutos preferidos tienen buena calidad nutritiva, y es destacable que estas especies tienen mayor presencia de saponinas y taninos y medianas de fenoles totales (excepto *C. mangense* que no contiene saponinas). Se sabe que el valor hedónico de los alimentos para los individuos depende de su composición químico-nutritiva y el estado interno de los animales (Provenza, 1995), por tanto, los frutos pudieran estar proporcionando tanto nutrientes como compuestos secundarios que los animales necesiten, lo cual podría explicar en cierta forma un consumo más alto de ciertos frutos.

Es importante señalar la importancia de que los animales no estén en ayuno al momento de realizar pruebas de preferencia, y que puedan expresar sus preferencias sin la urgencia de satisfacer su hambre. Esto puede garantizar la elección de alimentos con mayor potencial para el ganado. Cuando los ovinos permanecen en ayuno se pierde el sentido de preferencia ya que los animales consumen alimento para satisfacer sus necesidades (Figura 1), donde los frutos de *C. mangense*, *V. pennatula* y *A. cochliacantha* fueron los más preferidos colocándose en los cuadrantes de la derecha e inferior. Lo anterior sugiere la importancia de realizar las pruebas de preferencia en cafetería con animales que no hayan estado expuestos a ayuno.

Los resultados registrados en esta investigación son muy diferentes a los reportados por Palma y Roman (2001), quienes citan que los ovinos de pelo prefirieron en orden decreciente los frutos de *G. ulmifolia*, *S. atomaria* y *V. pennatula* (antes *Acacia pennatula*), y sugirieron que los animales podrían necesitar un periodo de adaptación para incrementar el consumo de esta última. Alonso-Díaz et al. (2009) coinciden en que *V. pennatula* es una de las especies más preferidas por ovinos al igual que lo observado en la presente investigación, lo que fortalece su uso forrajero. En cuanto a

la calidad nutritiva (Ceconello *et al.*, 2003) coincide en que *C. mangense* es una especie con mayor contenido de proteína (21%).

CONCLUSIONES

Tanto ovinos como bovinos prefieren frutos de las especies arbóreas de forma diferencial; mientras lo bovinos prefieren *G. ulmifolia* y *V. pennatula*, los ovinos mostraron preferencia por *C. mangense*, aunque esto último puede extenderse a mas especies cuando se exponen a los alimentos en condición de ayuno.

LITERATURA CITADA

- AOAC 1984. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 13th Edition. Washington, DC, USA.
- Alonso-Díaz M.A., Torres-Acosta J.F.J., Sandoval-Castro C.A., Hoste H., Aguilar-Caballero A.J., Capetillo-Leal C.M. 2009. Sheep preference for different tanniferous tree fodders and its relationship with *in vitro* gas production and digestibility. *Anim Feed Sci Tech.* 1:75-85.
- Bautista-Tolentino M., López-Ortiz S., Pérez-Hernández P., Vargas-Mendoza M., Gallardo-López F., Gómez-Merino F.C. 2011. Sistemas agro y silvopastoriles en la comunidad El Limón, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. *Trop Subtrop Agroecosyst.* 14: 63-76.
- Carranza-Montaño M.A., Sánchez-Velázquez L.R., Pineda-López M.R. Cuevas-Guzmán R. 2002. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la sierra de Manatlán, México. *Agrociencia.* 37: 203-210.
- Ceconello C.G., Benezra S.M., Obispo N.E. 2003. Chemical composition and ruminal degradability of some woody legumes fruits of the tropical dry forest. *Zootecnia Trop.* 2:149-165.
- García E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. Pp: 17-22
- González J.C., Ayala A., Gutiérrez E. 2007. Chemical composition of tree species with foraje potential from the region of Tierra Caliente, Michoacán, México. *Cuban J Agr Sci.* 1:81-86.
- Palma J.M., Román L. 2001. Prueba de selectividad con ovinos de pelo de harinas de frutos de especies arbóreas. Centro universitario de Investigación y desarrollo Agropecuario (CUIDA) AP. 22. Colima, México.
- Provenza F.D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *J. Range Manage.* 48: 2-17
- Ramirez-Lozano R.G., González-Rodríguez H., Gómez-Meza M.V., Cantú-Silva I., Uvalle-Sauceda J.I. 2010. Spatio-Temporal variations of macro and trace mineral contents in six native plants consumed by ruminants at northeastern Mexico. *Trop Subtrop Agroecosyst.* 2:267-281.
- SAS. 2010. Statistical Analysis System, Enterprise Guide ver. 4.3.0. SAS Institute, Inc. Cary, N.C., USA.
- Velázquez-Martínez M., López-Ortiz S., Hernández-Mendo O., Díaz-Rivera P., Pérez-Elizalde S., Gallegos-Sánchez J. 2010. Foraging behavior of heifers with or without social models in an unfamiliar site containing high plant diversity. *Livest Sci.* 131: 73-82.
- Villalba J.J., Provenza F.D. Bryant J.P. 2002. Consequences of the interaction between nutrients and plant secondary metabolites on herbivore selectivity: benefits or detriments for plants? *OIKOS.* 97: 282-292.



PREPARACIÓN DE TOROS MARCADORES

PREPARATION OF MARKER BULLS

Arieta-Román, R.J.¹; Rodríguez-Orozco, N.¹; Fernández-Figueroa¹

¹Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria-Universidad Veracruzana. Carretera Costera del Golfo km 220, Tramo Las Hojitas. C.P. 96100 Acayucan, Veracruz. México. Tel. y fax: (924) 2479122.

Autor de correspondencia: roarieta@uv.mx

RESUMEN

Se describen diferentes metodologías para la preparación de toros marcadores, tales como, fijación de la flexura sigmoidea del pene, fimosis artificial, implantación lateral del prepucio en toros cebuínos, resección del ligamento apical dorsal del pene, fijación del pene, epididimectomía, técnica de traslape y desviación quirúrgica con tunelización, concluyendo que el éxito o fracaso en la preparación de un toro marcador, depende más del conocimiento de la técnica quirúrgica y del manejo posoperatorio que de la técnica aplicada.

Palabras clave: técnicas quirúrgicas, toro marcador.

ABSTRACT

Different methodologies for the preparation of marker bulls are described, such as fixing the sigmoid bend of the penis, artificial phimosis, lateral implant of the prepuce in Zebu bulls, resection of the apical dorsal ligament of the penis, fixation of the penis, epididymectomy, and overlap technique and surgical deviation with tunneling, concluding that the success or failure in the preparation of a marker bull depends more on the knowledge of the surgical technique and the post-surgery management than on the technique applied.

Keywords: Surgical techniques, marker bulls.



INTRODUCCIÓN

El toro con pene desviado es un bovino al cual se le realiza la modificación quirúrgica con el objetivo incapacitar a un macho para realizar la cópula, lo cual no impide que el animal presente la conducta sexual normal de búsqueda e intento de monta a las hembras en celo. Para tal fin, la cirugía es útil en los programas de manejo reproductivo del hato para detección y marcaje de celos en las hembras sexualmente maduras, sirviendo a los inseminadores como un mecanismo para señalar los animales aptos y el momento idóneo para la fertilización. Estos toros reciben el nombre común de “celadores” o “detectores de celos”, convirtiéndose en indicadores para mejorar el porcentaje de gestación y nacimientos en los hatos (González y col, 2011). A continuación se describen algunos de los métodos más eficientes para derivar toros marcadores.

Fijación de la flexura sigmoidea

El procedimiento quirúrgico inicia con incisión de la piel en la dirección craneocaudal en la línea promedio perineal. El tejido de la piel, músculos subcutáneos y semimembranoso se desbridan a la ubicación de la flexura sigmoidea, esto se exterioriza y tira hacia fluir. El músculo retractor del pene se incide logrando la miectomía. La túnica albugínea del lado del pene se escarifica con un bisturí, colocando cuatro puntos interrumpidos simples con hilo nylon 0.40 mm. Esta técnica se reporta como segura para su uso en campo, citando la simplicidad en su ejecución, eficiente bajo costo, y que no interfiere con la libido de los animales (Barros y col, 2011).

Fimosis artificial

Consiste en fijar el pene, a través de la piel con la mano izquierda y se hace una incisión de 3-4 cm a lo largo de la línea media y en dirección al periné. Se expone cuidadosamente el tejido subcutáneo para no lesionar el pene, evitando hacer un corte total de los músculos retractores. El proceso de exposición de la flexura sigmoidea es la parte más compleja de la operación. Una vez expuesto el pene y liberado del tejido circundante se hacen pequeñas incisiones en la túnica albugínea con cuidado de no incidir la uretra. Con dos incisiones a ambos lados de la uretra es suficiente para provocar la adherencia. La sutura consiste en un punto en “U” que a la vez que une los bordes de la herida, propicia que la piel y las incisiones de la cara ventral del pene se mantengan unidas. Es necesario agregar en ocasiones uno o dos puntos simples adyacentes al punto en “U” que

no abarcarán a las incisiones del pene. Antes de cerrar la herida se aplicará antibiótico de forma local. Se debe tener cuidado al aplicar tensión al punto en “U” porque puede romperse y se tendría que repetir nuevamente. Por último se fija el pene por el prepucio y se realiza una pequeña tracción para verificar si existe la unión del pene con la piel, la cual se desliza con el movimiento impreso. Un estudio realizado en Cuba donde utilizaron esta técnica en 20 terneros Holstein de 14 meses de edad y 200 kg de peso vivo, no reportó complicaciones después de la cirugía, y en 30 días mostraron libido normal (Gálvez y col, 2000).

Implantación lateral del prepucio en toros cebuínos

Con el bisturí se realizan dos cortes circulares que interesan piel y tejido celular subcutáneo en lugares predeterminados y se separa la porción de piel requerida con la ayuda de una tijera de punta roma, practicando la hemostasia de manera oportuna, cuidando sobre todo no incidir los vasos subcutáneos que pueden apreciarse a simple vista durante el trabajo quirúrgico. Una vez que tenemos libres de piel ambas porciones y realizada la hemostasia de la manera más segura, se lleva el círculo del prepucio, al que se eliminó la porción circular de piel, hasta el círculo marcado en la pared del abdomen, donde, por medio de cuatro puntos en “U”, utilizando Seda quirúrgica se implanta el prepucio en su nuevo lugar y se termina la sutura con cuantos puntos sean necesarios. Un estudio realizado en España, donde utilizó esta técnica en 86 bovinos de 15-18 meses y peso de entre 250-300 kg, concluyeron que la Implantación Lateral del Prepucio en estos toros resultó sencillo, económico y factible de realizar en las ganaderías que utilizan la inseminación artificial como método de reproducción (Rondón y col, 2008).

Resección del ligamento apical dorsal del pene

Con el toro en posición de decúbito lateral y el pene sujeto, se procede a localizar a través de la piel el rafe ventral de la mucosa peniana y se sujeta el LAD con un fuerte pellizco profundo, y una vez identificado el rafe, se introduce al conducto prepucial un Clamp intestinal curvo de 30 cm de largo con las puntas protegidas con tubo de látex para señalar con las puntas el sitio donde se realiza la incisión en piel con bisturí, sub-mucosa y mucosa, de esta manera se protege el cuerpo del pene, colocándose posteriormente dos pinzas de Allis a cada lado del borde de la incisión, dejándolas colgar por su propio peso, con el objeto de facilitar el manejo de los planos anatómicos inferiores. A través de la herida

se exterioriza el pene y se practica otra incisión, utilizando bisturí, a 3 cm del anillo de reflexión craneal de la mucosa prepucial, en dirección al glande, comprometiendo únicamente la mucosa y sub-mucosa, hasta evidenciar el ligamento. Se practica un pequeño corte del tejido anexo al LAD para pasar a través de éste una pinza hemostática, hasta alcanzar el lado contrario con la finalidad de separar el ligamento del cuerpo del pene separándolo en una extensión de entre 3-5 cm. El ligamento apical expuesto, se secciona transversalmente con tijera de Mayo recta, retirando un segmento del mismo tamaño que la incisión practicada (2.5-4 cm). La herida de la mucosa se reconstruye con sutura sintética absorbible (Vicryl®), calibre doble cero, usando puntos simples separados. De igual forma, en piel se aplican puntos simples, con sutura no absorbible tipo nylon (Dermalon®), calibre cero. Un estudio realizado en México, donde operaron siete toros de 30-36 meses de edad, de razas *Bos taurus* x *Bos indicus*, con un peso vivo promedio de 400 kg, procedentes de ranchos de los estados de Baja California y Yucatán, reportaron que los siete animales intervenidos tuvieron un postoperatorio sin complicaciones y excelente recuperación cicatrizal, integrándose a su actividad como celadores a las tres semanas de ser intervenidos (González y col, 2011).

Fijación del pene

El animal se coloca en decúbito lateral derecho. Con bisturí, se realiza una incisión en el borde lateral izquierdo de la vaina prepucial; se comienza a 10 cm posterior al borde caudal del glande; extendiéndose el corte a 15 cm en sentido cráneo-caudal, involucrando

piel y tejido celular subcutáneo. Previa incisión y disección de los planos anteriores, se hace visible la hoja parietal del prepucio, la cual se incide junto con la mucosa prepucial. La hemostasis se realiza por pinzamiento y ligadura de los vasos que sangren. Una vez incidido el prepucio, se toma el cuerpo del pene con gasas húmedas con solución salina fisiológica, exteriorizándolo en una porción de alrededor de 10 a 12 cm de longitud. Con bisturí, se escarifica la parte dorsal del pene (túnica albugínea) y la superficie de la pared abdominal inmediatamente superior a la porción del pene escarificado, de tal manera que las partes sangrantes del pene y pared, queden en la misma dirección de la sutura de fijación. Pene y prepucio se irrigan con solución salina fisiológica para eliminar coágulos, aplicándose también antimicrobianos en vehículo oleoso o pomada. Se inicia la sutura del borde lateral derecho del prepucio a la pared abdominal con hilo no absorbible, por medio de una sutura continua que involucra el prepucio, fascia transversa y músculo recto. Posterior a esto, se procede a la sutura del pene a la pared abdominal con Nylon monofilamento o seda quirúrgica se efectúan puntos separados simples que involucren a la túnica albugínea, al cuerpo cavernoso, fascia profunda y músculo recto

abdominal; teniendo la precaución de no incluir en la sutura la uretra, la cual tendría fatales consecuencias. El siguiente paso involucra la sutura del borde lateral izquierdo del prepucio, siguiendo el mismo procedimiento del borde anterior. Por último la piel y el tejido celular subcutáneo se cierran en un mismo plano, utilizando puntos separados y Nylon monofilamento como material de sutura (Gutiérrez y col, 1995).

Epididimectomía

Se hace tracción ventral sobre el testículo, para hacer más visibles la cola del epidídimo, y a su vez tensar la piel escrotal. Con bisturí, se incide en un mismo plano la piel del escroto, el plano dartoco y la capa subdartoica; posteriormente el corte se profundiza a través de las tunicas vaginales hasta llegar a la cavidad vaginal, observándose el epidídimo. Con la ayuda de tijeras de Metzenbaun o Mayo de punta roma, se disecciona el tejido conectivo que une al testículo con la cola del epidídimo; el conducto deferente se le indica y se pinza, colocándose una ligadura con material de sutura absorbible por encima de esta. El corte se efectúa entre la ligadura y la pinza. Se realiza el mismo procedimiento con el cuerpo del epidídimo, de modo que la cola pueda ser liberada. Con aguja a traumática y material de sutura absorbible, se inicia la sutura de las tunicas vaginales, utilizando para este fin de puntos separados. La sutura de la piel del escroto y la capa sudartoica se efectúa con material



no absorbible y puntos simples separados (Gutiérrez y col, 1995).

Técnica de traslape

Se realiza un primer corte a 10 cm de la base del escroto, siguiendo longitudinalmente la línea del prepucio, en dirección hacia el meato prepucial, haciendo un corte en forma de "U", que llegue hasta el tejido subcutáneo. Se disecciona cuidadosamente la piel junto con el prepucio del vientre del macho, cuidando no involucrar vasos sanguíneos importantes, hasta tener libre un colgajo de piel unido con el prepucio. Posteriormente se realiza un corte diagonal desde la zona del escroto, hacia la zona dorsal en donde se ubicará al prepucio. Debe tener la misma longitud que el colgajo de piel. Acto seguido este corte se disecciona hasta subcutáneo abriendo la herida lo suficiente como para dar cabida al colgajo de piel. Se posiciona el prepucio en su nueva ubicación girando unos 45° desde su base y se da inicio a la sutura, la cual se realiza uniendo piel con piel con puntos en "U". Al finalizar, la herida que quedó en donde se encontraba el prepucio originalmente se cierra igual con puntos en "U" separados (Quiroz, 2014).

Desviación quirúrgica con tunelización

Primer tiempo: Incisión de la piel en la zona ventral del prepucio y disección de la mucosa prepucial. Se coloca en primer lugar un tubo de goma o plástico en el interior de la cavidad prepucial, servirá de guía para realizar la disección de la mucosa sin lesionarla. Se incide a continuación longitudinalmente la piel del rafé medio del prepucio profundizando hasta llegar a la mucosa, desde caudal y hasta unos 3-5 cm del orificio prepucial externo. Una vez realizada esta incisión de piel y tejido celular subcutáneo, se inicia la disección roma a ambos lados de la mucosa prepucial teniendo cuidado de no lesionar o cortar la misma. Deberá respetarse la vascularización de la zona ya que serán las encargadas de nutrir el órgano "desviado" posteriormente. Se hace hemostasis por pinzamiento y ligadura si fuera necesario.

Segundo tiempo: Se separa el prepucio de la pared abdominal y se completa la incisión "circular" en el meato prepucial, dejando una sección de piel de aproximadamente una pulgada. Este tiempo puede ser sangrante al seccionar los músculos elevadores del prepucio, muy irrigados, por lo que será necesaria la hemostasis. Separación de la mucosa prepucial y sección en "anillo" del meato prepucial externo. Una vez realizada la incisión se

retira el tubo de plástico o de goma colocado al inicio de la cirugía.

Tercer tiempo: Sección de piel para la ubicación a 45° del pene. Separado por completo el prepucio se envuelve con una compresa húmeda y tibia, cerrándose temporalmente la herida de la piel con pinzas de Backhaus. Al mismo tiempo se elige un área de la pared abdominal en un ángulo de 45° con la dirección original del pene, esto es por delante del pliegue de la babilla. Se realiza una incisión octagonal, proporcionalmente menor al tamaño del rodete prepucial, ya que la piel en esta región está en tensión y al finalizar la incisión este orificio se "agranda". El corte circular se facilita si se hace la forma de un octágono, el cual al terminar los cortes tomará una forma circular.

Cuarto tiempo: Tunelización y fijación. Se practica mediante disección y tunelización del "canal" por donde pasa el prepucio con el pene en su interior, diseccionando en ambas direcciones desde el nuevo orificio y desde la posición original del prepucio.

Quinto tiempo: Fijación del prepucio en su nueva ubicación. Se toma la porción del meato prepucial, y se le pasa cuidadosamente por el túnel realizado, procediendo a suturarlo en la herida octagonal (ahora circular) practicada. Se debe tener la precaución de que la mucosa prepucial no quede rotada en su eje longitudinal, ya que de ocurrir esto se provocará constricciones que reducirán u ocluirán la luz de la misma. Los puntos se realizan de acuerdo a las horas de un reloj, por ejemplo: el primero a la hora doce; el segundo a las seis; el tercero a las tres; el cuarto a las nueve y así sucesivamente hasta completar la circunferencia del meato. Se recomienda realizar puntos simples con material de nylon 0.40 ya que los puntos en "U" son isquémicos y no ayudan a la cicatrización.

Sexto tiempo: Sutura de la piel del prepucio. La piel prepucial cerrada temporalmente con pinzas de Backhaus se sutura con puntos simples en "U" con nylon de calibre 0.40, dejando una abertura de una pulgada (2.5 cm) en la parte más baja para que drene la herida (Quiroz, 2014).

CONCLUSIONES

Las diferentes técnicas quirúrgicas para la preparación de toros marcadores han sido

utilizadas por diferentes cirujanos con resultados favorables en todos los casos, y se resalta la experiencia y conocimiento de la técnica quirúrgica por parte del cirujano y del manejo posoperatorio.

LITERATURA CITADA

- Barros B., Helder M., Feitosa J., Pereira H., Carvalho R., Sousa V. 2007. Avaliação da técnica cirúrgica de fixação da curvatura caudal da flexura sigmóide e miectomia do músculo retrator do pênis no preparo de rufiões em bovinos. Acta Veterinaria Brasilica 4, 130-136.
- Gálvez G., Loyola O., Avilés B., Valdés B., Rodríguez R. 2000. Fimosis artificial para la preparación de receladores bovinos. Rev. prod. anim. 12, 107.
- González V., Sierra L., Erales V., Puerto N. 2011. Preparación de toros celadores mediante la resección del ligamento apical dorsal del pene. Bioagrocencias 4, 45-48
- Gutiérrez B. 1995. Fijación del pene. En: Gutiérrez B (ed). Técnicas quirúrgicas en la práctica clínica de los bovinos. 1ª Ed. de la Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México. Pp 113-121.
- Gutiérrez B. 1995. Epididimectomia. En: Gutiérrez B (ed). Técnicas quirúrgicas en la práctica clínica de los bovinos. 1ª Ed. de la Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México. Pp 122-128.
- Quiroz M. 2014. Técnicas de desviación de pene. Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Cirugía Veterinaria. México D.F. Pp 54-70.
- Rondón G., Reyes A., Sánchez G., Gonzalo J., Fajardo R., Viamontes M., Cuesta G., Pérez F. 2008. Implantación lateral del prepucio en toros cebuados. Descripción y evaluación de una técnica para la preparación de receladores bovinos. RECVET 6, 1-10.



COSTOS DE OPORTUNIDAD DE VACAS GESTANTES SACRIFICADAS EN UN RASTRO DE VERACRUZ, MÉXICO

OPPORTUNITY COSTS OF SACRIFICED EXPECTANT COWS IN A SLAUGHTERHOUSE IN VERACRUZ

Fernández-Figueroa, J.A.^{1*}; Arieta-Román, R.J.¹; Rodríguez-Orozco, N.¹; Domínguez-Méndez, E.¹; Gaona-Guzmán, A.¹

¹Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria-Universidad Veracruzana. Carretera Costera del Golfo km 220, Tramo Las Hojitas. C.P. 96100 Acayucan, Veracruz. México. Tel. y fax: (924) 2479122.

Autor de correspondencia: *antfernandez@uv.mx

RESUMEN

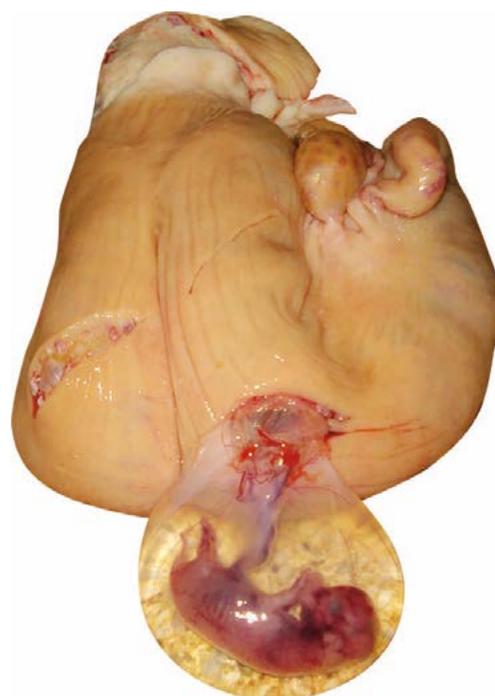
Se calculó el costo de oportunidad generado por el sacrificio de vacas gestantes en un rastro de Veracruz México, en un periodo de cuatro semanas. El número de animales sacrificados fue de 5045, resaltando 1993 (39.5%) hembras y 3052 (60.4%) machos. De las vacas, 1148 resultaron gestantes a las cuales, 394 registraron fetos de 1-3 meses de gestación, 424 con 3-6 meses, y 330 con 6-9 meses. Considerando precios de la Secretaría de Economía y Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados, se obtuvo que por 1091 fetos registrados en la muestra, menos un 5% de mortalidad, los productores dejaron de percibir \$167,795 dólares por becerros no nacidos, \$419,598 dólares por becerros al destete, y \$245,473 dólares por producción de leche, reflejando que el sacrificio de hembras gestantes representa un alto costo de oportunidad en la economía de los productores ganaderos.

Palabras claves: Rastro, vacas gestantes, costo de oportunidad.

ABSTRACT

The opportunity cost generated by the sacrifice of expectant cows was estimated, in a slaughterhouse in Veracruz, México, during a period of four weeks. The number of animals sacrificed was 5045, with 1993 (39.5 %) females and 3052 (60.4 %) males. Of the cows, 1148 were expectant, of which 394 showed fetuses of 1-3 months of gestation, 424 of 3-6 months, and 330 of 6-9 months. Considering the prices reported by the Ministry of Economy and the National System of Information and Market Integration, it was found that for 1091 fetuses recorded in the sample, minus a 5 % of mortality, the producers ceased to earn \$167,795 dollars over the unborn calves, \$419,598 dollars over the calves at weaning, and \$245,473 dollars over milk production; this shows that the sacrifice of expectant females represents a high opportunity cost for the economy of livestock producers.

Keywords: Slaughterhouse, expectant cows, opportunity cost.



INTRODUCCIÓN

El tema alimentario se consideró prioritario por tercer año consecutivo (2010-2012) en el Foro Económico Mundial de Davos Suiza, y representa uno de los grandes riesgos que enfrenta la humanidad. Los impactos del cambio climático global en México ha favorecido que las épocas de estiaje en algunos Estados del Norte del país y Veracruz sean más acentuadas, propiciando aumento en el costo de insumos que sirven de base en la alimentación del ganado (Román *et al.*, 2012). En este contexto, algunos factores que limitan la producción bovina son, además de la alimentación, el manejo reproductivo deficiente, y dado que el diagnóstico de gestación no es una práctica común, trae como consecuencia que una gran cantidad de vientres bovinos sean enviados al rastro en las primeras etapas de gestación; y considerando que parte de la rentabilidad y eficiencia en la ganadería bovina, depende de las capacidades reproductivas y el estado de salud de los animales, un parto al año por hembra incorporada a la reproducción, garantiza una lactancia y al menos una cría para el auto remplazo de la masa o la ceba (Aké *et al.*, 1995). Por ello, se calculó el costo de oportunidad generado por el sacrificio de vacas gestantes en un rastro de Veracruz México, en un periodo comprendido de cuatro semanas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un rastro municipal ubicado en Acayucan, Veracruz, México, con un tamaño de muestra de 5,045 animales en un periodo de cuatro semanas del 15 de octubre al 15 de noviembre del 2013. Del total de la muestra se registró el porcentaje de hembras sacrificadas, a las cuales se les extrajo el aparato reproductor, y observar en mesas tipo charolas mediante incisión la presencia del producto en cuernos uterinos. El producto observado fue clasificado como de primero, segundo, y tercer tercio de gestación en base a las tablas de referencia citadas por Román *et al.* (2009).

El costo de oportunidad se determinó con base a la información proporcionada por la Secretaría de Economía y Sistema Nacional de Información

e Integración de Mercados que establecen los precios de carnes y subproductos, en pie y canal haciendo una proyección de las etapas de crecimiento hasta la fase de comercialización al 30 de mayo del 2013 y con ello calcular los precios de carne en canal, en pie y sus derivados mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de Oportunidad} = N * P$$

Donde: *N*: Es el número de animales obtenidos y *P*: Precio estipulado por la secretaría de economía.

Se consideraron los precios proporcionados por la Secretaría de Economía y Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados que establecen los precios en canal y en pie de la carne de res al 30 de mayo del 2013, los cuales correspondieron a US\$153.8 al nacimiento, UU\$384.6 al destete y US\$0.34 L⁻¹ de costo de leche "bronca" (Cruda)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El total de animales sacrificados en el periodo de estudios fueron 5,045 de los cuales 1993 (39.50) resultaron hembras y 3052 (60.49) machos. De las vacas sacrificadas, 847 (42.3%) fueron no gestantes, y 1148 (57.6%) resultaron gestantes, de las cuales, 394 (34.38%) registraron fetos clasificados como de primer tercio de gestación (1-3 meses), 424 (36.9%) en segundo tercio (3-6 meses), y 330 (29.79%) en tercer tercio de 6-9 meses (Figura 1). Estos resultados coinciden con lo reportado por Franco *et al.* (1991), quienes examinaron 2969 úteros registrando 52.1% de gestaciones, de las cuales el 68.4% resultó estar entre el segundo y tercer tercio de gestación. En este sentido, Castañeda

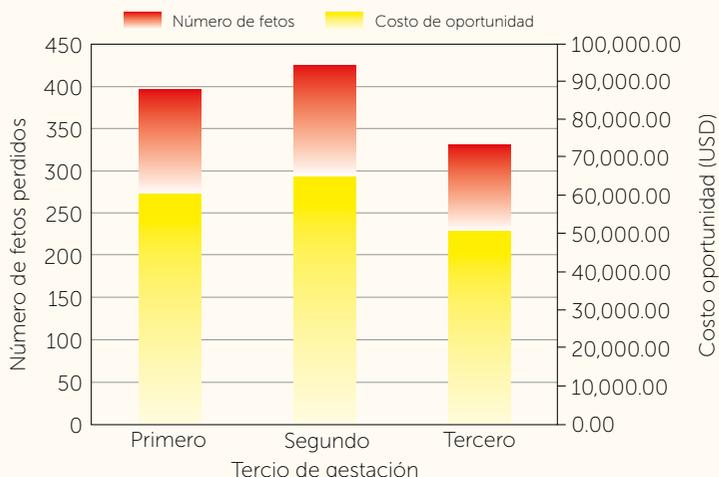


Figura 1. Número de fetos registrados en vacas gestantes sacrificadas y costo de oportunidad por periodo de gestación.

y Rodríguez (1985), examinaron 2439 tractos genitales reportando 63.1% de preñez, del cual 46.9% correspondió al primer tercio de gestación, 43.6% al segundo y 9.5% al tercer tercio de gestación.

Ladds *et al.* (1975) Informaron que el Noreste de Australia, de 7,465 vacas sacrificadas, 4,724 (63%) fueron gestantes equivalente a 52.5% en Australia, el 10% en Inglaterra y 20% en Filipinas.

Costos de oportunidad

Costo de becerros al nacer

El valor de un becerro al nacer es de US\$153.8; y durante las cuatro semanas, tiempo en el que duró esta investigación, se registraron 1148 fetos, cantidad que se le restó 5% como valor calculado de mortalidad de becerros al nacer, generando un total de 1091 becerros, los cuales multiplicados por el precio individual, la pérdida estimada fue de \$ US\$167,795.8

Costo de becerros al destete

Un becerro destetado de 6 meses de edad tiene un precio promedio de US\$384.6, de los cuales resultaron 1,091 becerros que no nacieron que multiplicado por el precio individual genera una pérdida de US\$419,598.00

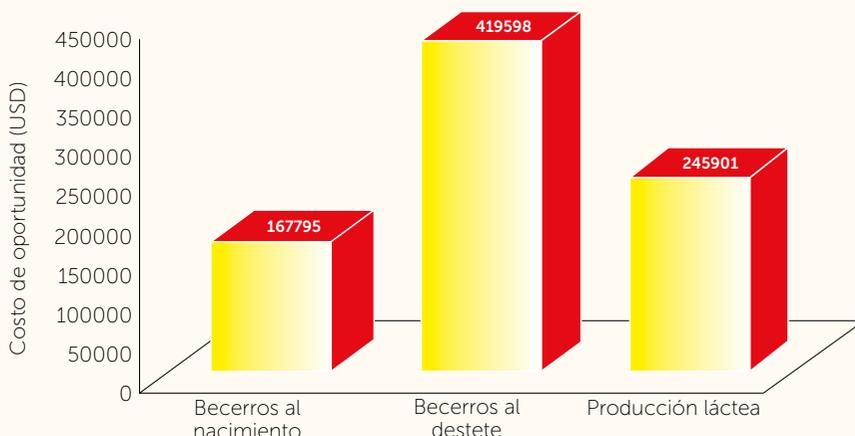


Figura 2. Costo de oportunidad, estimado por periodo de crianza y producción de leche a partir de vacas gestantes sacrificadas.

Pérdida en producción de leche

Así mismo si no se hubieran sacrificado 1,148 hembras preñadas, y tomando en cuenta 3.5 litros de leche promedio en producción, se habrían podido obtener 4,011 litros diarios de leche, lo cual multiplicado por un periodo de lactancia de 180 días generarían 721,980 litros y un precio de US\$0.34 por litro, resultaría US\$245,473.00 (Figura 2).

Referente a los costos de oportunidad, un estudio realizado por Sosa *et al.* (1988) en el rastro de Quintana Roo, México, se registraron 55.95 de vacas gestantes de un total de 904 hembras, y considerando que las crías de ambos sexos se habrían llevado hasta el engorde para el abasto, se estimó una pérdida de \$91 040 960.00 millones de pesos mexicanos. Este estudio concuerda con lo citado en esta investigación donde se observa una pérdida US\$167,795.00 por becerros al nacimiento, US\$419,598 por becerros al destete y US\$245,901.00 por producción láctea (Figura 3).



Figura 3. Productos de la gestación en diferentes fases de desarrollo, obtenidos de vacas sacrificadas en rastro.

CONCLUSIONES

El alto costo de oportunidad generado por sacrificio de hembras gestantes y su repercusión económica en los conceptos de becerros al nacimiento, al destete y producción láctea, representa impactos importantes en el sector ganadero, lo cual sugiere revisar el sacrificio de hembras en diferentes tercios de gestación.

LITERATURA CITADA

- Aké L.J.R., Lubos H., Aguayo A.A.M, Medina Z.J.M. 1995. Influencia del nivel de progesterona plasmática sobre el porcentaje de preñez en hembras bovinas receptoras de embriones. *Vet Mex* 26 (2):103-104.
- Castañeda V.H, Rodríguez G.F. 1985. Evaluación socioeconómica del sacrificio de vacas gestantes en el rastro municipal de Guadalajara, Jalisco. *Tec PeC Mex Vol* 49: 50-51.
- Franco C.C., Góngora G.S., Berdugo R.J., Baeza R.J. 1991. Evaluación del sacrificio de vacas gestantes en el rastro municipal de Mérida, Yucatán. *Tec Pec Mex Vol* 29 N 2: 91-92.
- Ladds P.W., P.M. Summers and Humprey D.J.1975. Pragnancy In slaughterad cows In North Eastem, Australia, Aua..... *Vet. J. Vol.* 51, 472-4n.
- Román P.H., Ortega R.L., Hernández A.L., Díaz A.E., Espinoza G.J.A., Núñez H.G., Vera A.H.R., Medina C.M., Ruiz L.F.J.2009. Producción de leche de bovino en el sistema doble propósito. Centro de Investigación Regional Golfo-Centro. Libro Técnico N. 22 121-144.
- Román P.H., Aguilera S.R., Patraca F.A. 2012. Producción y comercialización de ganado y carne de bovino en el estado de Veracruz. Comité Nacional del Sistema Producto Bovinos Carne. 1-2.
- Sosa R.E., Rodríguez R.O., Celis G.J.P. 1988. Incidencia de vacas gestantes sacrificadas en el rastro municipal de Chetumal, Quintana Roo. *Tec Pec Mex Vol.* 26. N 22: 236-237.



CARACTERIZACIÓN TÉCNICA Y SOCIOECONÓMICA DE CRIADORES DE GANADO SUIZO DE REGISTRO EN EL CENTRO DE CHIAPAS, MÉXICO

TECHNICAL AND SOCIOECONOMIC CHARACTERIZATION OF REGISTERED SWISS CATTLE IN THE CENTER OF CHIAPAS, MÉXICO

De los Santos-Lara, M.C. 1; Orantes-Zebadúa, M.A.2; Osorio-Arce, M.M.1; Córdova-Avalos, V. 1; Herrera-Haro, J.G.3; Ruiz-Rojas, J.L.2; Nahed-Toral, J.4; Sánchez-Muñoz, B.2; Manzur-Cruz, A.2; Cruz-Lopez, J.L.2

¹Colegio de postgraduados. *Campus* Tabasco. Programa Producción Agroalimentaria en el Trópico. Periférico Carlos A Molina S/N. Carretera Cárdenas-Huimanguillo Km 3. H Cárdenas Tabasco México. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNACH. Rancho San Francisco Carretera Emiliano Zapata km 8, Terán municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. ³Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, Texcoco, Estado de México. ⁴El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas.

Autor de correspondencia: maria.delossantos@colpos.mx



RESUMEN

Se caracterizó técnica y socioeconómicamente a los criadores de ganado suizo de registro en la región centro de Chiapas, México con una $n=30$ pertenecientes a la Asociación de Criadores de Razas Puras del Estado de Chiapas mediante entrevista y cuestionario de junio-agosto de 2014. El análisis estadístico fue descriptivo, utilizando el programa SPSS (IBM SPSS statistics 20). Los resultados mostraron la integración de mujeres a las labores del campo, el promedio de edad de los criadores fue de 52.4 años, en su totalidad pertenecen al régimen de la pequeña propiedad, cuentan con equipo, maquinaria e instalaciones, y la experiencia como criador fue de 18 años. El 90% cuenta con licenciatura, 100% tiene programas de inseminación artificial y el principal ingreso es la venta de sementales 54.74%, y 86.7% tienen ingresos extra-finca. Los criadores de ganado suizo caracterizados cuentan con experiencia, educación y potencial económico y social para innovar y mejorar los procesos de cría y selección de ganado. Afortunadamente están organizados a nivel estatal, lo que les facilita la comercialización e implementación de innovaciones tecnológicas en el corto, mediano y largo plazo.

Palabras claves: Caracterización, Unidad de producción, criadores de Chiapas.

ABSTRACT

The breeders of registered Swiss cattle in the central region of Chiapas, México, were characterized technically and socioeconomically through interviews and questionnaires performed in June-August, 2014, with $n=30$ that belonged to the Association of Pure Race Breeders in the State of Chiapas. The statistical analysis was descriptive, using the SPSS software (IBM SPSS Statistics 20). Results showed the integration of women to the field tasks; the average age of breeders was 52.4 years; they all belong to the regime of small landholding; they have equipment, machinery and facilities; and they have 18 years of experience as breeders. In terms of studies, 90 % have Bachelor's degrees, and 100 % have studied artificial insemination. The main income is from the sale of studs, 54.74 %, and 86.7 % have income from outside the farm. The breeders of registered Swiss cattle have experience, education and economic and social potential to innovate and improve the cattle breeding and selection processes. Fortunately, they are organized at the state level, which eases the commercialization and implementation of technological innovations in the short, medium and long term.

Keywords: Characterization, production unit, Chiapas breeders.

INTRODUCCIÓN

En México, las asociaciones de ganado lechero de razas puras basan sus programas genéticos y de manejo en la evaluación mensual de producción de leche y tipo de animal y proponen sementales de inseminación artificial (IA) como candidatos a aparear determinadas vacas para incrementar la producción de leche y corregir rasgos de tipo que pudieran acentuarse en la progenie (Ruiz, 2011). Para juzgar el ganado lechero, la Asociación de Razas Lecheras Puras en Estados Unidos de América (EUA) (Judging Dairy Cattle) agrupa las características de tipo en las categorías de estructura, carácter lechero, capacidad corporal, ubres, patas y pezuñas (Stamschror, 2000; Brown Swiss, 2006). La ganadería en las regiones tropicales de América Latina y México, se desarrollan en un medio sumamente heterogéneo por la gran diversidad de condiciones fisiográficas, climáticas, ecológicas, que intervienen en su configuración, se desarrolla bajo el sistema de manejo de pastoreo extensivo con suplemento mínimo. La ganadería es la principal actividad productivas del sector pecuario, donde los productores obtienen ingresos económicos por la venta de leche y carne (becerros(as), vacas y toros de deshecho) a puerta de corral como sistemas no integrados, donde el intermediario es un actor importante en la comercialización del ganado (Vera *et al.*, 1994; Cortes *et al.*, 2003; Vilaboa y Díaz, 2009; Orantes, 2010). En México la ganadería bovina se realiza en sistemas de producción (SP) que varían desde altamente tecnificados hasta de traspatio, estos últimos, orientados hacia el consumo familiar, la diferenciación de estos sistemas desde el punto de vista zootécnico, considerando el

nivel de tecnología utilizado, las razas que emplean y el tipo de alimentación (Espinosa *et al.*, 2000; Pech *et al.*, 2002; Magaña *et al.*, 2005). En Chiapas, México, el 95 % de los ganaderos utilizan el sistema de doble propósito (SDP), el cual tiene como objetivo fundamental la producción de leche y carne, se aplica la monta directa como la principal forma de reproducción del ganado bovino (*Bos indicus* × *Bos taurus*), y como sistema de producción se considera rentable, además, a nivel nacional Chiapas ocupa el tercer lugar en población bovina (Pech *et al.*, 2007; SIAP-SAGARPA, 2010; INEGI, 2012; Orantes *et al.*, 2014). Con base en lo anterior, se caracterizó técnica y socioeconómicamente a los criadores de ganado Suizo de registro de la región centro de Chiapas.

MATERIALES Y METODOS

La Asociación de criadores de Razas Puras del estado de Chiapas (ACR-PECh) contribuyó con el padrón de los socios (n=30) dedicados a la cría ganado suizo de registro en la depresión central de Chiapas. La mecánica del trabajo de investigación se inició mediante entrevista durante los eventos en la entrega de los sementales del programa gubernamental "Ganado mejor" en las diferentes ferias efectuadas en el estado, durante Junio-Agosto del 2014. Los resultados se presentan en términos de frecuencias y estadística descriptiva (SPSS (IBM SPSS statistics 20). Las variables que integraron el cuestionario fueron agrupadas tenencia, superficie, características del hato (número, tipo de animales, etcétera); instalaciones y equipamiento (infraestructura, maquinaria y equipo); alimentación (alimentos suministrados y proporción suministrada de éstos); manejo reproductivo (uso de técnicas reproductivas);

ordeño (sistema de ordeño, producción); manejo sanitario (uso de vacunas, programas de diagnóstico, control); mejoramiento genético (registros de información, criterios de selección, apareamiento, entre otras); y aspectos socioeconómicos (edad, escolaridad, experiencia como criador de bovinos, asesoría técnica, financiamiento organización, comercialización, entre otros).

RESULTADOS Y DISCUSION

50% de los criadores de ganado Suizo de registro pertenecen al municipio de Ocozocoautla, 20% al municipio de Berriozábal, 10% a San Fernando y el resto distribuidos en los diferentes municipios que conforman la región centro, esto se debe especialmente a las privilegiadas condiciones agroecológicas que presentan dichos municipios para la crianza de ganado Suizo. El 10% son mujeres profesionistas, se muestra así la integración de la mujer al ámbito empresarial agropecuario. Con respecto a la edad, los criadores promediaron 52.4 años (53% son mayores de 50 años). El promedio de escolaridad fue de 17 años (equivalente a licenciatura), 90% son profesionistas universitarios, 3% tiene postgrado y 7% estudios básicos. Lo anterior sugiere que los criadores de ganado suizo poseen experiencia, educación y potencial para implementar innovaciones tecnológicas en su actividad a corto plazo. Con 19 años promedio dedicados a la cría de ganado suizo con rango que van desde 7 a 35 años. Estos resultados muestran que el campo mexicano está envejeciendo y es necesaria la reactivación para las nuevas generaciones de profesionales (Cuadro. 1).

Tenencia de la tierra

Las superficies en el estado son variables y oscilan de 20 ha mínimo

Cuadro 1. Principales características de la estructura social de los criadores de ganado suizo de registro en la región centro de Chiapas, México.

Variable	Media	Mínimo	Máximo
Edad (años)	52.4	32.0	70.0
Escolaridad (años)	17.0	6.0	19.0
Genero	M (90%) F (10%)		
Experiencia como criador (años)	19.0	7.0	35.0
Trabajadores permanentes	2.0	1.0	3.0
Trabajadores eventuales	3.0	1.0	6.0
Vive en el rancho (propietario)	7 (23.3%)	---	---
Tiene ingreso extra-finca	26 (86.7%)	---	---

hasta 380 ha como máximo, el promedio es 114.3 ha, en su totalidad pertenecen al régimen de la pequeña propiedad (PP). En las UPP la ganadería y la agricultura están íntimamente relacionadas; 20% tienen tierras mecanizable y 10% son utilizadas en la siembra de sorgo (*Sorghum bicolor* Moench) o maíz (*Zea mays* L.) para grano o forraje de temporal para ser utilizado en silo, grano, henificado (empacado) y picado en verde. El 90% de las UPP tienen potreros destinados a la producción de forraje mejorado, utilizados para pastoreo, corte y henificado. El pasto cosechado no es de buena calidad mostrando gran cantidad de lignina (envejecido el pasto es paja) y es utilizado como fuente de fibra en época de seca, agregándole otros ingredientes de la región tales como, melaza, sorgo o maíz, pollinaza, entre otras para mejorar su calidad nutricional. La calidad de los forrajes son mayores a los reportados por los sistemas familiares de producción de leche en México, por lo cual, su nivel tecnológico en el manejo y conservación de

forrajes se encuentra en etapa de transición. Según se esperaba que los criadores utilizaran mejores técnicas en conservar el forraje y manejo del ganado, sin embargo, no es así, existen otras UPP sin ser productores de ganado de registro que manejan y conservan forrajes de calidad para el uso en la alimentación de sus animales (Orantes et al., 2014) (Cuadro 2).

Estructura del hato

El número de vientres promedio por criador fue de 111.6 animales con rango de 20 unidades mínimas y 400 como máximo. El 80% de los criadores ordeñan, tienen en promedio de 32 a 200 vacas en producción. Las hembras son utilizadas como reemplazo. Todos los becerros nacidos son vendidos como sementales en rancho o en programas tales como, "Ganado mejor", asimismo, venden al interior de la república (Oaxaca, Veracruz, Tabasco, Guerrero, entre otros estados). En su totalidad los criadores utilizan registros reproductivos mediante el uso de tarjetas individuales. En todos los hatos se utiliza la Inseminación artificial (IA) o Inseminación a tiempo fijo (IATF) (temporadas y/o lotes de animales) utilizando técnicos del mismo rancho, lo que sugiere que ésta es la principal vía de mejoramiento genético utilizando semen de importación (EUA-Canadá).

Cuadro 2. Características generales de uso de la tierra usada en ganadería en la región centro de Chiapas, México.

Variable	Media	Mínima	Máxima
Superficie (ha)	114.3 ha	20	380
No. Potreros	17.7	4	100
Pastos mejorados	100.0%	---	---
Forraje de corte (ha)	5.0 ha	1	10
Tenencia de la tierra	100.0% PP*	---	---

*PP=Pequeña propiedad.

Alimentación

El sistema de manejo es extensivo. La alimentación está basada en pastoreo todo el año con o sin suplemento (FIRA, 2001; Osorio-Arce et al., 1999). Las vacas de ordeña son suplementadas durante la ordeña con concentrado comercial (40%) el resto de los criadores preparan su propio alimento con subproductos de la región a base de granos (maíz

Cuadro 3. Estructura del hato de ganado suizo de registro

Tipo de animales	Media	Mínimo	Máximo
Vientres	111.6	20.0	400.0
Vacas producción	32.0	0	200.0
Vacas jorras	53.6	6.0	230.0
Vaquillas/novillas	70.0	30.0	110.0
Toretas	17.3	5.0	56.0
Becerras(os)	40.5	5.0	195.0
Sementales	1.0	0.0	5.0



o sorgo), pollinaza y sales minerales entre otros. Se realiza el destete del becerro(a) a los ocho meses de edad promedio. A partir del destete el torete se suplementa con forraje seco y concentrado para su preparación en la participación de feria o programa "Fomento Ganadero". Este sistema se realiza con el alojamiento de animales y manera en que se les alimenta (Gasque y Blanco, 2005). El silo es utilizado por el 15% y el 20% reciben alguna asesoría externa en alimentación, el 100% suministra sales minerales.

Aspecto Sanitario

El 100% de los criadores realiza manejo preventivo (vacunación) contra enfermedades comunes de la región; participan en las campañas nacionales de erradicación de enfermedades zoonóticas Brucela-Tuberculosis con hato libre requisito indispensable para participar en el programa "Ganado mejor". Las principales enfermedades que afectan al ganado *Bos taurus* (suizo, holandés, jersey) son anaplasma y piroplasma enfermedades transmitidas por la garrapata *Boophilus* spp. en las regiones tropicales.

Genética

Algunos criadores han adquirieron su pie de cría de registro con los mismos criadores de suizo, otros han utilizado el cruzamiento absorbente mediante el uso de la monta directa y/o inseminación artificial (IA). Actualmente en su totalidad utilizan la (IA) y pocos la técnica de transferencia de embriones (TE), con semen importado de Estados Unidos, Canadá y otros con semen nacional. Chiapas a base del esfuerzo de los criadores, a nivel nacional se posiciona dentro de los primeros lugares en calidad genética y campeonatos nacionales. 100% de los criadores realizan su propia selección de animales, sin considerar calidad genética, el criterio de selección la realizan fenotípicamente. En México, Rosales y Tewolde (1993) mostraron que del incremento genético en bovinos lecheros, 16% está dado por sementales y 84% por hembras, indicando que en el proceso de selección se le concede mayor importancia a las hembras, lo anterior debido a la posible importación de semen de sementales jóvenes o a la compra de semen barato; lo que no garantiza que sean animales sobresalientes para producción de leche. Estos autores mencionaron que una práctica de mejoramiento genético, que no es la mejor, pero que es constante en los hatos, es evaluar a las vacas con base en su comportamiento productivo y dejar como reemplazos a las hijas de vacas de mayor producción. El criterio de selección se basa en la conformación externa

o fenotipo de los animales, la mayoría machos nacidos son vendidos como sementales, sin realizar una selección estricta de pedigrí, desarrollo y características raciales. Para los criadores de ganado suizo de registro la venta de material genético es la principal actividad dentro de su empresa ganadera, seguido de la venta de la leche.

El 80% de los criadores de suizo de registro ordeñan, de éstos, 50% utilizan ordeñadora mecánica y solamente 30% realizan doble ordeña al día, utilizando actividades básicas de rutina de ordeño tales como, lavado de la ubre, pre-sello, despunte y sellado. La producción promedio de leche es de 8 litros por vaca al día en una sola ordeña y 12 litros en doble ordeña. Como productores de ganado suizo de registro, el nivel de producción es bajo, debido a que el principal ingreso económico de la UPP es la venta de sementales. El recurso económico generado por la venta de leche es utilizado para gastos semanales del rancho y compra de insumos (alimentos, medicamentos, entre otros), además 80% de los criadores tienen ingresos extra-finca que les permite solventar sus gastos particulares. La producción de leche en los hatos depende de diversos factores, entre los que destacan la calidad de los ingredientes usados en la alimentación, genética, manejo, condiciones agroclimáticas, raza, entre otras.

Organización

El 90% de los criadores mencionan que la Asociación (ACRPECh) solamente es un enlace para la comercialización de sus sementales al programa de "Ganado mejor" y que si algún día desapareciera dicho programa sería muy difícil comercializar sus animales hacia los productores de bajos recursos, ya que estos reciben un apoyo de 50% por la compra del semental, por lo tanto es importante que los criadores hagan conciencia y tengan una mejor selección en el producto que venden a los ganaderos, ya que es un excelente nicho de mercado dicho programa.

Instalaciones y equipo

El 100% de los criadores tienen instalaciones y el equipamiento de acuerdo con las condiciones, exigencias y necesidades de cada UPP, 100% de los criadores (corral de manejo, comederos y bebederos y bodega), 30% tienen sala rustica de ordeña de dos, cuatro, seis y hasta ocho vacas, también cuentan con termo de enfriamiento. El 60% cuentan con maquinaria agrícola tractor e implementos necesarios de labranza (rastra, arado) debido a las condiciones agroecológicas del terreno, como también, cuentan con equipo necesario para realizar efi-

cientemente las actividades de las diferentes áreas de la UPP; tales como remolque, empacadora, cosechadora de forraje. Así, las unidades de producción tienen termo criogénico para conservar el semen, ya que el 100% utiliza la Inseminación Artificial (IA). El 45% cuenta con pozo y represa de agua y el resto cuentan con arroyo o río para que beban los animales.

CONCLUSIONES

Los criadores de ganado Suizo de registro pertenecientes a la Asociación de Criadores de Razas Puras del Estado de Chiapas cuentan con gran experiencia, educación y potencial; están organizados a nivel estatal, lo que les facilita la comercialización e implementación de innovaciones tecnológicas en el corto plazo. Cada vez es mayor la participación de la mujer, como empresaria agropecuaria por su interés en la producción de ganado Suizo. Todos los becerros nacidos son vendidos como sementales en el programa a puerta de corral sin ser evaluados previamente. El mejoramiento genético de los hatos de ganado suizo de registro en Chiapas es principalmente vía importación de semen de los Estados Unidos de América y Canadá. En cuanto a nivel de infraestructura, nivel tecnológico, técnicas de conservación de forrajes, mejoramiento genético y sanidad son similares a cualquier productor pecuario del estado. El principal ingreso es la venta de sementales al programa "Ganado mejor", además el 86.7% tienen ingresos extrafinca.

LITERATURA CITADA

ACRPECh. 2012. Asociación de Criadores de Razas Puras del Estado de Chiapas. Carretera Panamericana No.4637 Fraccionamiento. La Gloria C. P 29038. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

- Cortés H., Aguilar C., Vera R. 2003. Sistemas bovinos doble propósito en el trópico bajo de Colombia. Modelo de simulación. Archivos de Zootecnia 52 (197): Pp: 25-34.
- Gasque-Gómez R., Blanco-Ochoa, M.A. 2005. Sistemas de Producción Animal I. Volumen 1. FMVZ-UNAM, México, D.F. 149 p.
- Magaña G.J., Ríos G., Martínez C.J. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. Archivo. Latinoamericano. Producción. Animal. 14: 3, Pp. 105-114.
- Orantes Z.M.A. 2010. Factores limitantes de la productividad en los Agroecosistemas con ganado bovino de doble propósito en la región Centro de Chiapas. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, Ver. México.
- Orantes Z.M.A., Platas R.D., Córdova A.V., De Los Santos L. M del C., Córdova A.A. 2014. Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. Revista Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 1(1):49-58.
- Ruiz E.A. 2011. Evaluación genético-molecular de pie de cría de ganado Suizo Americano en el estado de Chiapas. Tesis Doctoral. Campus Montecillo. Programa de recursos genéticos y productividad ganadería. Montecillo, Texcoco, estado de México. Pp: 65.
- SIAP-SAGARPA. 2010. Secretaría de Agricultura Ganadería Recursos Pesqueros y Alimentarios. <http://www.siap-sagarpa.gob> (Consultado 6/04/2014).
- Vera R.R. García O., Botero R., Ullrich C. 1994. Producción de leche y reproducción en sistemas doble propósito: Algunas implicancias para el enfoque experimental. Pasturas Tropicales 18(3):25-32.
- Vilaboa A.J. 2005. Productividad y autonomía de dos sistemas de producción ovina en el estado de Veracruz, México; un estudio de caso. Colegio de postgraduados. Campus Veracruz, Programa de Agroecosistemas Tropicales. Tesis de maestría. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. Pp: 12-14.
- Vilaboa A.J., Díaz R.P. 2009. Caracterización socioeconómica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. Zootecnia Tropical 27(4): 427-436.



PRÁCTICAS DE MANEJO ASOCIADAS CON LA SEROEPIDEMIOLOGÍA DE PARATUBERCULOSIS OVINA EN SAN LUIS POTOSÍ

MANAGEMENT PRACTICES ASSOCIATED TO THE SEROEPIDEMIOLOGY OF SHEEP PARATUBERCULOSIS IN SAN LUIS POTOSÍ

Morón-Cedillo, F. J.¹; Cortez-Romero, C.^{1*}; Santillán-Flores, M.A.²; Figueroa-Sandoval, B.¹; Gallegos-Sánchez, J.³

¹Colegio de Postgraduados. *Campus* San Luis Potosí, Agustín de Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, S.L.P., MEXICO. ²Centro Nacional de Investigación Disciplinaria (CENID) en Microbiología Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Palo Alto, México D.F. MEXICO. ³Colegio de Postgraduados. *Campus* Montecillo. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Texcoco, Estado de México. MEXICO.

***Autor de correspondencia:** ccortez@colpos.mx

RESUMEN

Se identificaron prácticas de manejo de rebaño asociadas con la seroprevalencia de paratuberculosis (Ptb) en ovinos en san Luis Potosí, México. Se diagnosticaron 242 muestras sanguíneas de ovejas usando la prueba de inmunodifusión en gel de agar (IDAG). A través de una encuesta la información de los rebaños fue agrupada en variables del predio, del rebaño, de manejo, origen y destino de los ovinos. Se usó una regresión logística para análisis. Los resultados obtenidos fueron una seroprevalencia de 9.99%. Encontrándose que la edad es un factor de riesgo para diagnosticar ovinos enfermos (OR=3.57). La raza Rambouillet presentó mayor riesgo de contraer la enfermedad (OR=1.11). No llevar prácticas sanitarias resultó un factor de riesgo para la enfermedad (OR=9.49). La compra de animales foráneos, puede ser un factor de riesgo (OR=4.51 y 5.86). Los resultados sugieren que existe más riesgo de paratuberculosis, conforme más grande sea el total de animales y más intensivo sea el manejo del predio. Será necesario más investigación para aclarar los factores del huésped que están asociados con la resistencia a la infección, ya que lo registrado fue que existe un factor racial para animales seropositivos, y el riesgo es mayor cuando se adquieren ovinos fuera de su localidad, sin chequeo sanitario.

Palabras clave: Pruebas Serológicas, Enfermedad de Johne, Factores de Riesgo.

ABSTRACT

Flock management practices associated with the seroprevalence of paratuberculosis (Ptb) in sheep were identified, in San Luis Potosí, México. Blood samples (242) were diagnosed by using the immunodiffusion test in agar gel (IDAG). Through a survey, information about the flocks was grouped into variables of the farm, flock, management, origin and destination of the sheep. A logistic regression was used for analysis. The results obtained were a seroprevalence of 9.99 %, and it was found that age is a risk factor to diagnose sick sheep (OR=3.57). The Rambouillet breed presented greater risk of contracting the disease (OR=1.11). Not having sanitary practices was a risk factor for the disease (OR=9.49). The purchase of foreign animals can be a risk factor (OR=4.51 and 5.86). The results suggest that there is a higher risk of paratuberculosis when the total of animals is higher and the farm management is more intensive. Further studies will be necessary to clarify the factors of the host that are associated with resistance to infection, since it was found that there is a breed factor for seropositive animals, and the risk is greater when sheep are purchased outside the locality, without a sanitary revision.

Keywords: Serologic tests, Johne disease, risk factors.

INTRODUCCIÓN

La bacteria *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (Map) es la causa de la paratuberculosis, que es una enfermedad crónica causando enteritis en rumiantes, caracterizada por inflamación granulomatosa, transmitida principalmente por vía fecal o alimento contaminado (Sigurðardóttira *et al.*, 2004). La manifestación clínica de Ptb en ovinos se observa a edades más tempranas que en bovinos, siendo la pérdida progresiva de peso la primera manifestación, la fuente primaria de infección son los animales adultos infectados. A diferencia del ganado bovino, los ovinos y cabras normalmente no muestran signos de diarrea y debido al gradual enflaquecimiento, la enfermedad se pasa por alto en la mayoría de los casos (Dhand *et al.*, 2007). Para diagnosticar la enfermedad existen varias pruebas. Sin embargo, la sensibilidad y especificidad de estas pruebas varían según la fase en la que se encuentra la enfermedad. La correcta elección y aplicación de cada una de estas pruebas de diagnóstico depende principalmente del costo y factibilidad para establecer un programa de control (Singh *et al.*, 2013). La prueba de Inmunodifusión en gel de agar (IDGA), es una prueba utilizada en ovinos, y raramente clasifica una oveja sana como infectada (pocos falsos positivos), pero puede clasificar erróneamente muchas ovejas infectadas (falsos negativos). Teniendo en cuenta grandes rebaños para tomar muestras, es necesario una prueba serológica cuyo costo sea bajo, específico y sensible. En un prueba para determinar la especificidad y sensibilidad en las ovejas con las pruebas de ELISA e IDGA registraron una especificidad similar de 95% y 100% respectivamente y baja sensibilidad para IDGA (24.6 %), mientras que ELISA registró 41.5% (Sergeant *et al.*, 2003). Las mortalidades y subsecuentes pérdidas económicas de ovinos con enfermedad de Johne varían considerablemente entre rebaños infectados, incluso entre lotes con características aparentemente similares. Alguna variación inter-rebaño podría estar relacionada con diferencias en la etapa de la epidemia de la enfermedad, sin embargo, parece que hay otros factores de riesgo que son capaces de afectar la prevalencia de Ptb en el rebaño o explotación (Bush *et al.*, 2006).

Se considera que hay una mayor prevalencia de paratuberculosis en ovinos cuyas madres tienen una condición corporal muy baja, y que son indicadores de nutrición inadecuada y estrés. Una condición corporal baja aumenta la posibilidad de transmisión de la infección a la descendencia por rutas horizontal y vertical,

y se refleja en las primeras 12 semanas de vida de las crías, etapa de mayor susceptibilidad a la enfermedad. Otros factores como mayor densidad de población, alta precipitación y acceso a aguas abiertas, son factores que se cree ayudan a la transmisión. Las ovejas de raza Merino son más propensas a morir a causa de la enfermedad de Johne, comparado con otros tipos de ovejas (Lugton, 2004). También se ha reportado que en épocas de sequía, la muerte de casi un tercio de rebaños infectados por la enfermedad ovina de Johne no se relacionó con la infección de Map, pero se podría reducir al mejorar las prácticas del manejo nutricional y manejo de la enfermedad (Bush *et al.*, 2006).

En un estudio para determinar la duración de la supervivencia en el medio ambiente de Map bajo las condiciones de Australia y para investigar la efectos de un número de factores, incluyendo la radiación solar, pH y humedad del suelo, se identificaron altos niveles de contaminación en los pastos; y para bajar la contaminación se recomendó realizar pastoreos no selectivos con huéspedes no susceptibles, o bien, pastoreo mecánico, que incidiera en menor nivel de sombra en el suelo para acelerar su descontaminación (Whittington *et al.*, 2004).

En los sistemas de manejo extensivo, las ovejas paren y crían en los pastos. Práctica que no es factible para separar a los corderos recién nacidos de las ovejas y criarlos artificialmente, como se hace con el ganado lechero. Tampoco es posible eliminar a las ovejas y corderos de las pasturas, y darles de comer una ración preparada. Por estrategia comercial, madres y crías deben estar juntas en los pastos hasta que sean destetados (Abbott *et al.*, 2004).

La gravedad de la infección o el grado de difusión dentro de un rebaño depende de las condiciones de manejo, número de animales infectados y duración de la infección en el grupo. Debido al largo periodo de incubación, muchos animales en el grupo pueden estar expuestos o infectados subclínicamente. Comprender las vías de transmisión de la enfermedad será crucial para el control de la Paratuberculosis. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue identificar prácticas de manejo asociadas con la seroprevalencia de Ptb, por medio del análisis de regresión logística, en ovejas infectadas naturalmente de rebaños en dos municipios de San Luis Potosí, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en rebaños de ovinos de dos municipios del Altiplano Potosino; Villa de Ramos (22° 37' N y 101° 42' O) a 2070 m de altitud, y en Salinas (22° 50' N y 101° 55' O) a 2200 m de altitud. Presentan una temperatura media anual de 18.7 °C y precipitación pluvial media anual de 391 mm, predomina vegetación de matorral micrófilo desértico, espinoso, izotal, pastizal, nopalera y cardonal de cuyas asociaciones se tienen especies como: *Larrea tridentata*, *Prosopis laevigata*, *Acacia berlandieri*, *Flourensia cernua*, *Opuntia* spp. *Yucca filifera* y como pasto a *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula*, *Erioneuron pulchellum* y *Distichlis spicata* (Medina et al., 2005).

Diseño del estudio. Los datos sobre prácticas de manejo fueron recolectados a partir de una encuesta realizada a productores. La población de estudio se basó de acuerdo al censo ganadero del estado de San Luis Potosí. Para determinar el tamaño de la muestra se consideró una prevalencia estimada de paratuberculosis ovina de 15% (Coelho et al., 2008) y se utilizó en un muestreo aleatorio simple, ya que no existen datos en la región, empleando un nivel de confianza de 95.0% y un porcentaje de error de 5.0%; donde según la metodología de Lwanga y Lemeshow (1991), se obtuvo un tamaño de muestra de 196 ovinos para encontrar al menos un caso. En estos rebaños no se tenían antecedentes de incidencia de la enfermedad, y los ovinos no presentaban signos clínicos de infección por Map. La selección de las explotaciones se hizo de forma aleatoria y de acuerdo a la disposición y cooperación de los productores, para facilitar datos y toma de las muestras sanguíneas de acuerdo al tamaño del rebaño seleccionado.

Procedimiento Serológico. 242 muestras sanguíneas fueron tomadas de hembras adultas en etapa productiva, mayores de dos años de edad. El diagnóstico serológico se hizo por la prueba de inmunodifusión en gel de agar (IDGA). Las muestras de sangre (5 mL^{-1}) por animal, se obtuvieron de la vena yugular en tubos de ensayo para venopunción, a las cuales se les separó el suero y se congeló a -20°C hasta procesar los sueros por duplicado mediante la prueba de IDGA. Para la preparación del gel, se pesaron 0.5 g de agar noble (Difco laboratories), los cuales se disolvieron por calentamiento en 50 mL de buffer salino de fosfatos (PBS 1X) para obtener una concentración final de 0.75% de agar. Una vez disuelta, se añadió 1 mL de azida de sodio al 0.2% y posteriormente, se colocaron 15 mL del agar en

una caja de petri para formar el gel. Una vez polimerizado, se realizaron las perforaciones para formar las rosetas. En el pozo del centro se colocó el antígeno protoplasmático de la cepa de Map 3065 (Martínez et al., 2012), y en los pozos periféricos los sueros problema en cantidades iguales ($30 \mu\text{L}$). La caja se mantuvo en una cámara húmeda y se incubaron a 37°C entre 4 y 48 h para realizar la lectura. Se utilizó un suero control positivo comercial (Allied Monitor Inc., Estados Unidos de América), el cual indica que si se presenta una línea de precipitación bien definida entre el pozo del antígeno y suero, se considera como resultado positivo, y en su ausencia como resultado negativo.

Análisis estadístico. Se realizó un análisis univariado con la prueba de Chi-cuadrada y las variables con un valor $p \leq 0.15$ se sometieron a un análisis multivariado mediante regresión logística (RL) para conocer la asociación de algunas prácticas de manejo y la seroprevalencia de Ptb con el programa computacional SPSS versión 15.0 para Windows (SPSS Inc, Chicago IL, USA). Si los animales fueron considerados positivos o negativos a Ptb por medio de la prueba de IDGA fue la variable respuesta. La información recolectada se clasificó en cuatro secciones como variables predictivas: 1) Variables concernientes al predio como: a) localidades; La Herradura, Villa de Ramos y Salinas, las dos primeras del municipio de Villa de Ramos y Salinas del municipio de Salinas, cada localidad con rebaños seleccionados al azar; b) superficie (la que ocupa el ganado, expresado en Ha); c) tamaño del rebaño (total de ovinos en el predio), d) manejo alimenticio (si el ganado es alimentado en pastoreo o en estabulación); 2) Variables concernientes al rebaño, tales como: a) edad (expresado en años), b) raza (criolla, cruza con Rambouillet y Rambouillet) y 3) Variables relacionadas con el manejo del rebaño, tales como: a) tipo de alimentación (agostadero, alimento balanceado o esquilmos), b) sanidad, c) reproducción y d) manejo general. Finalmente, 4) Variables relacionadas con el origen y destino, como lugar de: a) venta y b) compra del ganado ovino.

RESULTADOS Y DISCUSION

De 242 sueros de ovejas muestreadas, 21 fueron positivos a la prueba IDGA, resultando una prevalencia real de 9.99%. En el tamaño de los rebaños encuestados, predominaban las explotaciones entre 61-150 cabezas (48.35%; 117/242), mientras que en los otros grupos fueron menores a 60 cabezas (28.51%; 69/242) y mayores a 150 cabezas (23.14%; 56/242). La composición

mayoritaria fue por cruce de razas obtenidas a partir de la raza Rambouillet (74.8%; 181/242). Más de la mitad de los rebaños (64.9%; 157/242) fueron catalogados como rústicos, sin registros ni control sanitario o reproductivo. Los corrales de alojamiento nocturno estaban contruidos con madera y alambre de púas. La mayoría de las explotaciones de ovinos fueron de tipo extensivo (80.1%; 196/242); es decir, los ovinos pasaban gran parte del día en pastoreo, realizado en terrenos comunales, con superficies entre 1 y 200 ha (59.5%; 144/242). La reproducción se inspecciona alguna vez (cubriciones controladas, sincronización de celos) en el 68.6% de los rebaños (166/242). Para el manejo sanitario, los servicios veterinarios mostraron baja asistencia (10.0%) y solamente tres propietarios dijeron ocupar servicios de vacunación oficiales (brucelosis), prefiriendo pagar servicios veterinarios (Cuadro 1.)

El análisis univariado registró asociación significativa ($p < 0.15$) entre los rebaños seropositivo a la prueba IDGA y las doce variables estudiadas. Todas fueron incluidas en el modelo de regresión logística. Se identificó que la edad es un factor de riesgo para diagnosticar ovinos enfermos, pues resultó un $OR = 3.57$ con los ovinos de entre cuatro y seis años de edad. La raza Rambouillet presentó mayor riesgo de contraer la enfermedad ($OR = 1.11$) que los ovinos cruce con esta raza y los ovinos criollos de este estudio. Al no llevar prácticas de manejo sanitario resultó un factor de riesgo para la enfermedad ($OR = 9.49$). La compra de animales fuera del municipio u otro estado es un factor de riesgo con $OR = 4.51$ y 5.86 , respectivamente. Rebaños de entre 61 y 150 cabezas tuvieron mayor riesgo de ser seropositivos (Cuadro 2). En el análisis final de regresión logística se identificó que no hubo diferencias significativas

entre variables: "Localidad", "Superficie", "Pastoreo", "Alimentación", "Reproducción", "Manejo general" y "Venta".

La prevalencia de la paratuberculosis en México es en la actualidad poco conocido (Estévez-Denaives *et al.*, 2007); la prevalencia del 9.99% encontrada en este estudio, es el primer reporte en los municipios intervenidos. Es conveniente indicar que el impacto de la enfermedad no se refleja económicamente, pues cuando los productores tienen problemas con los ovinos infectados (emaciación), y al no responder a tratamientos de desparasitaciones y vitamínicos, prefieren enviarlos al rastro; razón por la cual los productores no reportan bajas por muerte.

Variables del Predio. Las muestras de este estudio fueron estratificadas por localidades a causa de presentar diferencias en el tipo de

Cuadro 1. Variables relacionadas con la seropositividad por IDGA a *Mycobacterium avium* subs. *paratuberculosis* mediante análisis univariado.

Variable	Categoría	Núm. Animales	% IDGA	Variable	Categoría	Núm. Animales	% IDGA
Localidad	Herradura	52	5.8	Manejo	Pastoreo	196	7.7
	Salinas	24	12.5		Alimento	Establo	46
	V. Ramos	166	9.0	Tipo de alimento	Agostad.	37	0.0
Superficie	0-200	144	9.7		Alimento balanceado	134	9.0
	201-500	57	7.0		Esquilmos	71	12.7
	501-3000	41	7.3	Raza	Criollo	51	5.9
Tamaño rebaño	10-60	69	8.7		CxR	181	9.4
	61-150	117	6.8		Rambouillet	10	10.0
	151-600	56	12.5	Manejo	Rústico	157	5.1
Edad	2-3	127	10.2		Tecnificado	85	15.3
	4-6	84	8.3	Reproducción	Con manejo	166	9.0
	7-8	31	3.2		Sin manejo	76	7.9
Venta	M. Mpio.	195	7.2	Sanidad	Con manejo	218	8.3
	O. Mpio.	47	14.9		Sin manejo	24	12.5
Compra	M. Mpio.	167	7.8				
	O. Mpio.	54	13.0				
	O. Edo.	21	4.8				

M=mismo; O=otro. CxR=cruza con Rambouillet.

Cuadro 2. Resultados de la regresión logística para la relación entre las variables en estudio y los resultados positivos a Map.

Clasificación	Variable	P	Odds ratio	Intervalo de Confianza 95 %	
				Inferior	Superior
Predio	Localidad				
	La Herradura				
	Salinas	0.281	1.08	1.67	7.83
	Villa de Ramos	0.149	5.82	2.85	40.13
	Superficie ha				
	1 - 20				
	201 - 500	0.085	1.83	1.06	60.66
	501 - 3000 has	0.103	0.89	0.27	30.67
	Total animales				
	20 - 60				
	61 - 150	0.008	0.79	0.03	24.59
	151 - 600	0.023	0.15	0.02	1.31
	Pastoreo				
Estabulado					
Pastoreo	0.998	0.03	0.00	45.86	
Rebaño	Edad (años)				
	2 - 3				
	4 - 6	0.002	3.57	0.36	35.53
	7 - 10	0.076	1.49	0.13	17.56
	Raza				
	Criolla				
	Cruza	0.228	0.01	0.00	21.48
Rambouillet	0.036	1.11	0.00	13.37	
Manejo	Alimentación				
	Agostadero				
	Alimento balanceado	0.989	1.80	0.00	0.00
	Esquilmos	0.870	0.88	1.18	0.14
	Sanidad				
	con manejo				
	sin manejo	0.040	9.49	0.01	63.27
	Reproducción				
	sin manejo				
	con manejo	0.658	0.41	0.01	20.67
Manejo general					
Rústico					
Tecnificado	0.100	0.08	0.00	1.64	
Origen y destino	Compra				
	Mismo municipio				
	Otro mpio	0.015	4.51	0.11	95.12
	Otro estado	0.021	5.86	0.08	130.73
	Venta				
	Mismo mpio				
	Otro mpio	0.296	2.30	0.11	106.24
	Constante	0.001	1.20	0.32	143.12

manejo que se da en cada zona, ya que se encontraban a distancias relativamente grandes (20 km), aunque las condiciones ambientales (orográficas, suelo y vegetación) eran semejantes en las tres localidades; sin embargo, no hubo asociación significativa entre localidades y presencia de ovinos seropositivos. Los rebaños fueron agrupados de acuerdo a la superficie donde alojaban el ganado la mayor parte del tiempo, y de igual forma al total de animales que conformaba el rebaño con la finalidad de determinar la densidad animal, el hacinamiento o el contacto con otros ovinos que pudieran ser factores para la transmisión de Map, registrando que en ninguna de las tres categorías de superficie, es un factor de riesgo para contraer la enfermedad, sin embargo, en el total de animales del predio, existió menor riesgo de contraer la enfermedad cuando el rebaño fue >61 ovinos. Esto concuerda con lo reportado por Coelho *et al.* (2010) quienes mencionan que rebaños con 31 a 60 ovinos, tienen un alto riesgo de presentar la enfermedad, infiriendo que en los rebaños pequeños, el contacto entre animales es mayor que en rebaños más grandes.

Situación similar ocurre en aquellas explotaciones que son manejadas en patios o en la misma casa, teniendo mayor contacto con las excretas. En rebaños mayores, Mainar-Jaime y Velázquez-Boland (1998) reportan mayor cantidad de seropositivos en rebaños mayores de 200 ovinos, lo que fue asociado con prácticas de manejo deficiente y mayor contacto con otros ovinos. Se ha mencionado que la tasa alta de población en sistemas extensivos, tiene efectos perjudiciales que conducen a la mala condición corporal de las ovejas de parto o de su progenie debido a la competencia por el alimento, y en animales estresados e infectados pueden empezar a eliminar micobacterias; así mismo, las ovejas en movimiento a lo largo de las carreteras, también frecuentados por las ovejas de los rebaños vecinos, aumenta la probabilidad de contagio (Dhand *et al.*, 2007).

Variables de Rebaño. La edad se identificó como un factor de riesgo en ovinos de entre 4 y 6 años de edad, comparado con los grupos de mayor edad, condición presentada por la naturaleza de la enfermedad y la técnica de diagnóstico elegida (IDGA), ya que los animales más susceptibles de contraer la infección son los jóvenes, pero las manifestaciones clínicas aparecen a la edad de dos a cinco años (McGregor *et al.*, 2012). Sin embargo, un resultado negativo no prueba que el animal esté libre de la infección, ya que puede ser re-

flejo únicamente de que las muestras analizadas no contienen anticuerpos, y debido a que la sensibilidad de esta técnica serológica es mayor en animales con lesiones lepromatosas, con un nivel elevado de excreción de Map en heces o animales que se encuentran en las fases más tardías de la enfermedad con signos clínicos, lo que dificulta identificar animales en fases tempranas de la infección. En cuanto a los resultados de las razas y sus cruza, se encontró mayor número de animales seropositivos en los ovinos de la raza Rambouillet en comparación con los criollos o cruza; esto podría estar relacionado, aunque no fue posible medirlo, con la susceptibilidad-resistencia de la infección entre razas. La diferencia encontrada con respecto a los ovinos criollos podría deberse a la adaptación, o bien que los ovinos de raza pura están infectados y al ser introducidos al rebaño, se disemina la enfermedad. Por otra parte, también se observó que las razas puras son adquiridas para mejora genética y tienen un manejo intensivo en el área de estudio.

Variables de Manejo. Las prácticas de manejo como alimentación no fueron representativas para ser un factor de riesgo, ya que de acuerdo a esta variable no hubo diferencia en el tipo de alimento que se ofreció. Sobre las prácticas sanitarias como manejo del estiércol, desparasitaciones y vacunaciones de rutina (brucelosis, clostridiosis y salmonelosis) previenen la transmisión de la enfermedad (Green, 2010). De acuerdo a los rebaños evaluados, la mayoría son manejados como explotaciones extensivas de pastoreo y el manejo del estiércol no es un problema latente para la transmisión de la enfermedad, pues los rebaños que utilizan corrales de encierro nocturno son rotativos; es decir, según se vaya agotando la vegetación van construyendo nuevos corrales, y así, evitan la acumulación de estiércol en una área determinada. El aspecto de sanidad animal es incipiente o escasa, pues la mayoría de los rebaños no tiene acceso a servicios médicos veterinarios y menos a información sobre transmisión y prevención de la enfermedad, razones importantes para el control de la Ptb. El manejo reproductivo no fue significativo para estar relacionado con la transmisión de la paratuberculosis en este estudio. La mayoría de las explotaciones se infectan a través de la compra de animales enfermos y a partir de animales portadores por vía fecal-oral e ingestión accidental de materia fecal (situación a considerar cuando se diagnostica un rebaño positivo). Por lo tanto, factores como la compra y venta de ganado, deberán ser tomados en cuenta para minimizar el riesgo

de la infección. En este estudio, la compra resultó ser la práctica de mayor riesgo en la seroprevalencia de la Ptb. Por lo tanto, para este punto se debe contar con un diagnóstico eficiente para reducir el riesgo de ingreso de nuevas enfermedades a cada rebaño (Figura 1).

CONCLUSIONES

Se identificó una relación causa-efecto que contribuye al diseño de futuras estrategias de riesgos. Varios factores de este estudio fueron asociados con la seropositividad. Los resultados sugieren que conforme es más grande el total de animales en el predio, mayor será la seroprevalencia, y también, que cuanto más intensivo sea el manejo, es posible que exista más riesgo de Ptb por contagio fecal-oral propio. Se confirmó que la prevalencia de Ptb en ovinos, es mayor en rebaños que adquieren sus ovinos fuera de su localidad, y que no toman en cuenta las condiciones de salud del rebaño precedente. Las variaciones de Ptb entre rebaños, sugiere que el manejo es un factor que influye en la expresión de la Ptb y que las recomendaciones sobre este tema pueden mejorar el control de la enfermedad en el rebaño y aplicarse en áreas geográficas similares.

LITERATURA CITADA

- Abbott K., Whittington R., McGregor H. 2004. Exposure Factors Leading to Establishment of OJD Infection and Clinical Disease: Epidemiology of OJD-1. Project report. Meat and Livestock Australia Limited, North Sydney, NSW, Australia. [en línea] MLA: 2004 [acceso 28 de octubre de 2013] URL disponible en: <http://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/961/1/OJD.002A%20Final%20Report.pdf>
- Bush R. D., Toribio J-A. L.M.L. 2006. Windsor PA. The impact of malnutrition and other causes of losses of adult sheep in 12 flocks during drought. *Australian veterinary journal*. 84: 254-260.
- Bush R.D., Windsor P. A., Toribio J-A. L.M.L. 2006. Losses of adult sheep due to ovine Johnhe's disease in 12 infected locks over a 3-year period. *Australian veterinary journal*. 84: 246-253.
- Coelho A.C., Pinto M.L., Coelho A.M., Aires A., Rodriguez J.A. 2010. seroepidemiological survey of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in sheep from the North of Portugal. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 30(11):903-908.
- Coelho A.C., Pinto M.L., Coelho A.M., Rodrigues J., Juste R. 2008. Estimation of the prevalence of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* by PCR in sheep blood. *Small ruminant research*.76:201-206
- Dhand N.K., Eppleston J., Whittington R.J., Toribio J-A. L.M.L. 2007. Risk factors for ovine Johnhe's disease in infected sheep flocks in Australia. *Preventive veterinary medicine*. 82:51-71.



Figura 1. A: Oveja enferma. B-D: Rebaños tipo en la region de San Luis Potosí, México.

- Estévez-Denaives I., Hernández-Castro R., Trujillo-García A.M., Chávez-Gris G. 2007. Detection of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in goat and sheep flocks in Mexico. *Small ruminant research*. 72:209-213.
- Green L.E. 2010. Epidemiological information in sheep health management. *Small ruminant research*. 92:57-66.
- Lugton I.W. 2004. Cross-sectional study of risk factors for the clinical expression of ovine Johne's disease on New South Wales farms. *Australian veterinary journal*. 82: 355-365.
- Lwanga S.K., Lemeshow S. 1991. Sample Size Determination in Health Studies. A Practical Manual. World Health Organization (WHO) Geneva, Switzerland. 1-80.
- Mainar-Jaime R.C., Vázquez-Boland J.A. 1998. Factors associated with seroprevalence to *Mycobacterium paratuberculosis* in small-ruminant farms in the Madrid region (Spain). *Preventive veterinary medicine*. 34:317-327
- Martínez A.G., Santillán M.A., Guzmán C.C., Favila L.C., Córdova D.L., Díaz E.A., Hernández L.A., Blanco M.Á. 2012. Desarrollo de un inmuno-ensayo enzimático (ELISA) para el diagnóstico de paratuberculosis en bovinos. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 3(1):1-18.
- McGregor H., Dhand N.K., Dhungyel O.P., Whittington R.J. 2012. Transmission of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*: Dose-response and age-based susceptibility in a sheep model. *Preventive veterinary medicine*. 107:76-84.
- Medina G. M., Díaz P.G., Loredó O.C., Serrano A.V. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del Estado de San Luis Potosí. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental San Luis Potosí, México; Libro Técnico 2: 322 [en línea] INIFAP [acceso 2 de julio de 2013] URL disponible en: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/1081/167.pdf?sequence=1>
- Sergeant E.S.G., Marshall D.J., Eamensc G.J., Kearns C., Whittington R.J. 2003. Evaluation of an absorbed ELISA and an agar-gel immunodiffusion test for ovine paratuberculosis in sheep in Australia. *Preventive veterinary medicine*. 61:235-248.
- Sigurðardóttira Ó.G., Valheim M., Press C. M. 2004. Establishment of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* infection in the intestine of ruminants. *Advanced drug delivery reviews*. 56:819-834.
- Singh S. V., Sohal J. S., Kumar N., Gupta S., Chaubey K.K., Rawat, K.D., Chakraborty S., Tiwari R., Dhama. 2014. Recent Approaches in Diagnosis and Control of Mycobacterial Infections with Special Reference to *Mycobacterium avium* subspecies. *Advances in animal and veterinary sciences*. 2 (1S):1-12.
- Whittington R.J., Marshall D.J., Nicholls P.J., Marsh I.B., Reddacliff L.A. 2004. Survival and Dormancy of *Mycobacterium avium* subsp. *Paratuberculosis*. *Applied and environmental microbiology*. 70:2989-3004.



INOCULACIÓN DE *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit, CON RIZOBACTERIAS Y ENDOMICORRIZA PARA AUMENTAR SU PRODUCTIVIDAD EN SUELOS ÁCIDOS

INNOCULATION OF *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit WITH RHIZOBACTERIA AND ENDOMYCORRHIZAE TO INCREASE THEIR PRODUCTIVITY IN ACID SOILS

Aguirre-Medina, J.F.¹; Valdés, M.²; Velazco-Zebadúa, M.E.^{3*}

¹ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Entronque carretera costera y Estación Huehuetán. CP 30660, Huehuetan, Chiapas, México. ² Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Departamento de Microbiología Agrícola. Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n. Col. Santo Tomás, Delegación Miguel Hidalgo. CP 11340, México, D.F. ³ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Veterinaria y Zootecnia. Rancho San Francisco, Km 8.0 carretera Terán a Ejido Emiliano Zapata. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

* **Autor de correspondencia:** mvelazcoz@correoweb.com

RESUMEN

Se presentan resultados generados sobre la aplicación de *Rhizobium loti*, *Rhizophagus intraradices* y *Azospirillum brasilense*, a *Leucaena leucocephala*, solos o en coinoculación. Se aislaron cepas de *R. loti*, y evaluaron en suelos de baja y mediana fertilidad bajo condiciones de invernadero. Así mismo, se inoculó *R. loti-R. intraradices* y *A. brasilense-R. intraradices* en suelo sabanoide. Se encontró que las poblaciones de rizobios en suelos no sabanoides es diversa y *L. leucocephala* expresó ventajas en su crecimiento con cepas efectivas y cantidades adecuadas de fósforo en las dos condiciones de suelos. Su establecimiento en suelos ácidos respondió de manera diferencial a las cepas de rizobios. La coinoculación *R. loti-R. intraradices*, y *A. brasilense-R. intraradices* indujo mayor desarrollo vegetal que incrementó con la adición de fósforo y nitrógeno.

Palabras clave: Trópico, Chiapas, microorganismos, simbiosis.

ABSTRACT

The results generated from the application of *Rhizobium loti*, *Rhizophagus intraradices* y *Azospirillum brasilense*, to *Leucaena leucocephala*, alone or in co-inoculation, are presented. Strains of *R. loti* were isolated and evaluated in soils of low and medium fertility, under greenhouse conditions. Likewise, *R. loti-R. intraradices* and *A. brasilense-R. intraradices* were inoculated in sabanoid soil. The populations of rhizobia in non-sabanoid soils were found to be diverse, and *L. leucocephala* expressed advantage in its growth with effective strains and adequate amounts of phosphorus in the two soil conditions. Their establishment in acid soils responded in a differential manner to the rhizobia strains. The co-inoculation with *R. loti-R. intraradices* and *A. brasilense-R. intraradices* induced greater plant development, which increased with the addition of phosphorus and nitrogen.

Keywords: Tropics, Chiapas, microorganisms, symbiosis.



INTRODUCCIÓN

La leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) (Mimosaceae) es una planta con amplia diversidad biológica en México y extensa distribución ambiental (Zárte, 1994), con múltiples usos registrados (NAS, 1977), sin embargo, su incorporación como planta forrajera en bancos de proteína o asociada a diversos pastos en el trópico es la más relevante. Su potencial alimenticio en animales ha sido documentado en México (Aguirre-Medina y Garrido, 2002; Solorio y Solorio, 2008), Venezuela (Fernández *et al.*, 1997), Colombia (Mahencha, *et al.*, 2004), Cuba (Cino *et al.*, 2011); presenta capacidad de rebrote por efecto de poda, además de un sistema radical muy exploratorio que le permite transportar nutrientes y agua y en consecuencia se expresa en mayor biomasa del vástago (De la Garza *et al.*, 1997), además tiene la capacidad para asociarse a diferentes microorganismos del suelo y favorecer su nutrición, lo cual en conjunto, inducen mayor producción de biomasa forrajera de calidad superior a la gramínea para los animales en pastoreo, no solo en la temporada de lluvias, sino también, en las temporadas de sequía. Las características morfológicas y fisioló-

gicas de *L. leucocephala*, han sido buenas como alternativa para enfrentar algunos problemas en las explotaciones ganaderas de regiones tropicales, tales como, las deficiencias de nitrógeno en praderas, tropicales expuestas a lixiviación, o bien, las deficiencias de fósforo debido a la condición ácida de los suelos. Dado que generalmente no se reponen los nutrientes extraídos por los bovinos en pastoreo, las praderas tropicales reducen la disponibilidad de alimento con proteína durante la temporada de sequía, y por ello, la inclusión de las leguminosas como la leucaena, en sistemas de producción puede ser muy eficiente.

Las leguminosas y otras plantas realizan un amplio rango de actividades con los microorganismos en la rizosfera (Kennedy, 2005), desdoblan la materia orgánica, liberan elementos inorgánicos mediante el proceso de mineralización (Crowley *et al.*, 1991), realizan la fijación del nitrógeno atmosférico (Döbereiner *et al.*, 1995), la producción de sustancias reguladoras del crecimiento (Arshad y Frankenberger, 1991), incremento en el volumen de la raíz (Bowen y Rovira, 1999), inducción de resistencia sistémica a patógenos (Van Peer *et al.*, 1991), inhibición del crecimiento de organismos patógenos (Utkhede

et al., 1999) y la interacción sinérgica con otros microorganismos del suelo (Bashan *et al.*, 1996), como la generada con *Rhizobium* y *Azospirillum*, que han tenido interacción positiva en el desarrollo radical y el vástago del frijol (*Phaseolus* sp.) (Aguirre-Medina *et al.*, 2005), con *Rhizophagus intraradices* y *Rhizobium* en *Leucaena* (Aguirre-Medina y Velasco, 1994) y la simbiosis tripartita *Rhizophagus-Azospirillum-Leucaena* (Ruiz *et al.*, 2005). Con base en lo anterior, se documentan en este trabajo resultados de la investigación acerca de la aplicación de *Rhizobium loti*, *Rhizophagus intraradices* y *Azospirillum brasilense*, solos o en coinoculación, en la costa de Chiapas, México, relacionados con establecimiento en campo, producción de biomasa en invernadero y campo, y aportación en el contenido de nitrógeno y fósforo en el tejido vegetal (Figura 1).

Estudio de aislamiento de cepas de *Rhizobium*

Leucaena nodula de manera natural en la mayoría de los suelos de Chiapas, excepto en suelos ácidos de Arriaga-Tonalá (Martínez *et al.*, 1982) con *Rhizobium loti* (Jordan, 1983), aunque recientemente ha tenido cambios en su taxonomía aceptán-

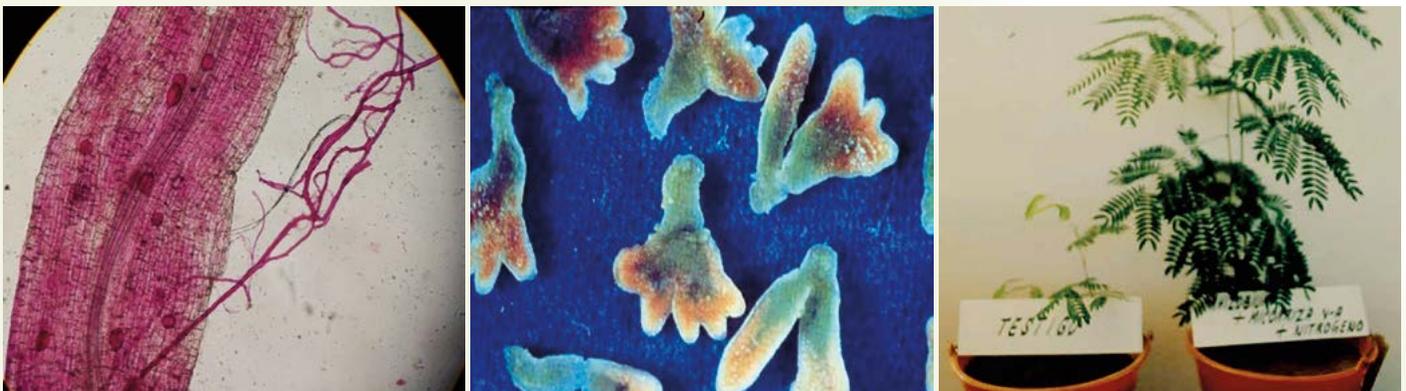


Figura 1. Microorganismos asociados a *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.

Cuadro 1. Número de simbioses de *Rhizobium* spp., nodulantes con *Leucaena leucocephala* cv. Perú en la costa de Chiapas y características físico-químicas de suelos***.

Sitio de Muestreo y Municipio	P**	K**	pH	% Materia Orgánica	Núm. rizobios gr suelo ⁻¹ *
La Norteña (Tapachula)	3.6	660	7.1	2.12	3.15
Huehuetán (Huehuetán)	4.3	442	6.2	2.26	4.50
Los Carlos (Villa Comaltitlán)	24.4	880	6.4	3.38	48.50
El Diamante (Acapetahua)	6.3	490	6.2	2.12	2.74
La Aurora (Mapastepec)	16.8	380	6.1	4.50	2.88
Jericó (Pijijiapan)	24.1	171	6.4	3.24	9.85
Nancinapa (Pijijiapan)	15.1	380	5.8	4.23	37.26
Ocuilapa (Tonalá)	3.3	251	5.6	2.82	0
El Llano (Arriaga)	12.2	410	5.1	1.83	0
Santa Anita (Arriaga)	4.6	194	8.1	3.67	2.06
La Gloria (Tonalá)	2.6	290	6.5	3.53	0.66

* NMP. Según Vincent 1975. ** Determinación microbiológica. *** Fuente: Martínez et al., 1982.

Cuadro 2. Contenido de nitrógeno en *L. leucocephala* cv. Perú con cepas de *Rhizobium* seleccionadas en la Costa de Chiapas, México.

Localidad de origen de la cepa	Cepa de <i>Rhizobium</i>	% de N Total	% de Proteína ¹	% de Efectividad relativa ²
		NO ⁻³	5.6	31.9
	T	1.8	10.3	0.0
La Norteña (Tapachula)	N 1-N 5	3.7	21.1	50.0
	N 6	3.8	21.7	52.0
	N 7	4.8	22.8	58.0
Huehuetan (Huehuetan)	U 9- U11 y U13	4.0	22.8	58.0
Los Carlos (Villa Comaltitlán)	C 14	3.6	20.5	47.0
El Diamante (Acapetahua)	D 19	3.8	21.7	52.0
	D 20	4.1	23.4	60.0
La Aurora (Mapastepec)	LA 21	4.3	24.5	66.0
	LA 22 y 24	3.8	21.7	52.0
	LA 23	4.6	26.2	74.0
Jericó (Pijijiapan)	J 28	3.6	20.5	47.0
Nancinapa (Pijijiapan)	NA 30 y 33	3.8	21.7	52.0
	NA 32	3.9	22.2	55.0
Ocuilapa (Tonalá)	O 35	3.8	21.7	52.0
Santa Anita (Arriaga)	SA 40 y 42	3.8	21.7	52.0
	SA 41	4.2	23.9	63.0
La Gloria (Tonalá)	LG 44	3.8	21.7	52.0
	LG 46	4.0	22.8	58.0

NO³=nitrato y T=Testigo sin inocular ni fertilización química. ¹Promedio de cuatro determinaciones. ²Con relación a los contenidos de nitrógeno en las plantas alimentadas con nitrato menos el contenido de nitrógeno de las plantas testigo.

dose como *Rhizobium tropici* Tipo II A y II B (Martínez-Romero et al., 1991), sin embargo en lo sucesivo se citará como *Rhizobium loti* J; mientras que para el hongo *Glomus intraradices* (Schenk et Smith) se seguirá a Schuessler y Walker (2010). Las bacterias son muy diversas en cuanto a su fisiología y bioquímica, incluyendo su capacidad infectiva y efectividad en la fijación biológica del Nitrógeno. Al inocular *L. leucocephala* el número de días en que aparecieron los nódulos en las plantas varía de 13 a 21 (Martínez et al., 1982) (Cuadro 1).

Las cepas de colonización tardía dominan en suelos de Los Carlos, La Aurora, Jericó y Nancinapa, que corresponden a la parte media de la planicie costera. Estos suelos tienen los niveles más altos de fósforo y la materia orgánica es superior a 3%. Aparentemente las otras variables del suelo no representan relación con el tipo de infección de las cepas aisladas como se muestra la eficiencia relativa de cepas. Ninguna de las cepas aisladas fue tan efectiva como la aplicación de 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno; sin embargo, hubo cepas que fueron capaces de sustituir al fertilizante nitrogenado hasta en 74% (Cuadro 2).

Respuesta a cepas de *Rhizobium* sp. en invernadero

En dos suelos de la Costa de Chiapas, uno de mediana fertilidad (Jericó, Municipio de Pijijiapan) y el otro ácido (El Llano, Municipio de Arriaga), se evaluaron cepas de *Rhizobium loti* más promisorias, considerando además estudiar su comportamiento con aplicación de fertilización nitrogenada y fosfatada bajo condiciones de invernadero (Figuras 2 y 3). La producción vegetal de *L. leucocephala* inoculada

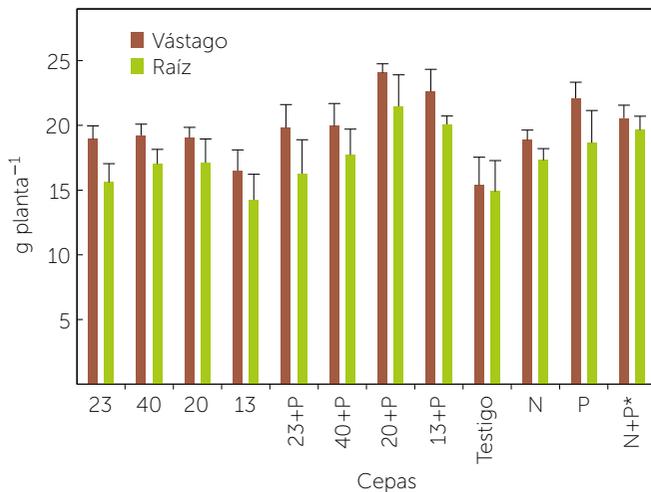


Figura 2. Producción de materia seca de *Leucaena leucocephala* cv Perú inoculada con cepas de *Rhizobium* en suelo de mediana fertilidad (Jericó, pH 6.4) de la costa de Chiapas después de siete meses de crecimiento en invernadero. Valores \pm error estándar de cuatro repeticiones. *N=160 kg.ha⁻¹ y P=200 Kg.ha⁻¹. Adaptado de: De la Garza et al., 1987.

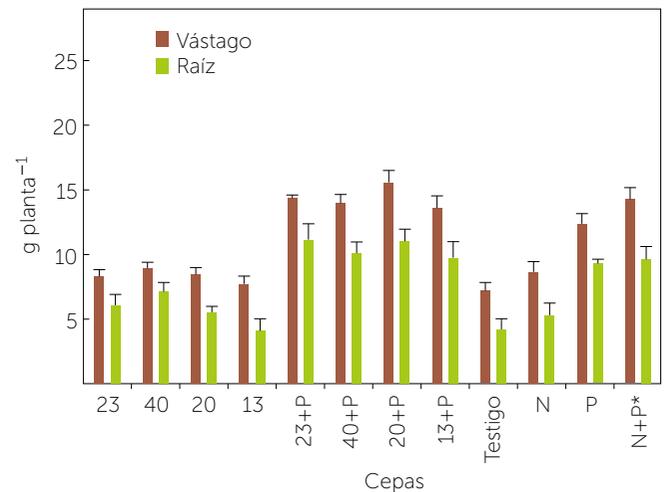


Figura 3. Producción de materia seca de *Leucaena leucocephala* cv Perú inoculada con cepas de *Rhizobium* en suelo de baja fertilidad (El llano, pH 5.2) de la costa de Chiapas después de siete meses de crecimiento en invernadero. Valores \pm error estándar de cuatro repeticiones. *N=160 kg.ha⁻¹ y P=200 Kg.ha⁻¹. Adaptado de: De la Garza et al., 1987.

con *Rhizobium loti* presentó aumentos en los dos suelos y entre tratamientos con relación al testigo. El aumento más notable fue en el sitio "El llano" donde el pH es ácido y se tiene deficiencia de Nitrógeno (Figura 4). Se evidenció además, la importancia del fósforo en ambos sitios en el desarrollo vegetal de *L. leucocephala*. Entre cepas, se encontraron diferencias importantes en la producción vegetal aérea y del sistema radical, así como, en el contenido de nitrógeno. Las plantas fijadoras de nitrógeno generalmente requieren más fósforo en comparación con las plantas que no lo fijan (Graham, 2005) y

la interacción entre los organismos participantes, como la planta y los microorganismos tienen impacto significativo en la fijación de nitrógeno (Antunes y Goss, 2005).

La cantidad de nitrógeno determinado en el tejido vegetal de ambos sitios y con las mismas cepas, presentaron mayor contenido en los tratamientos donde se combinaron las cepas más el fósforo. Este nutriente es importante en el desarrollo de la colonización de la bacteria (Graham, 2005) y el proceso de fijación de nitrógeno es más eficiente (Antunes y Goss, 2005). Entre cepas, presentaron niveles de nitrógeno semejantes en ambas condiciones de suelo, situación que refleja la selección de las mismas y su importancia en la adaptación regional. Los resultados expresan las ventajas del crecimiento de *L. leucocephala* con cepas efectivas de *Rhizobium* sp., y cantidades adecuadas de fósforo, sin nitrógeno en los suelos de mediana y baja fertilidad. En condiciones de campo en un suelo sabanoide de la costa de Chiapas (El Llano, Arriaga) se estudió la producción de materia seca por efecto de diferentes cepas de *Rhizobium* sp., con fertilización nitrogenada y/o fosfatada, comparando dos cepas de referencia, NGR 8 y TAL 1145, con aislamientos locales (Cuadro 3).

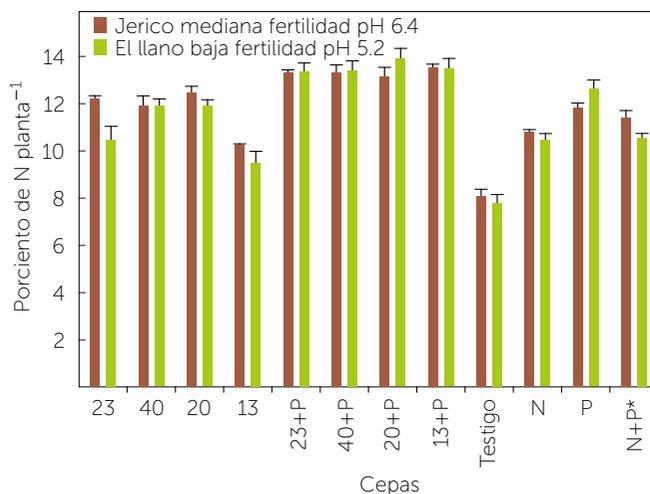


Figura 4. Porcentaje de nitrógeno total en parte aérea de *Leucaena leucocephala* cv Perú inoculada con cepas de *Rhizobium* en dos suelos de la costa de Chiapas después de siete meses de crecimiento en invernadero. Valores \pm error estándar de cuatro repeticiones. *N=160 kg.ha⁻¹ y P=200 Kg.ha⁻¹ Adaptado de: De la Garza et al., 1987.

A las 15 semanas después de siembra se registró respuesta significativa ($p \leq 0.05$) a la aplicación de N+P (nitrógeno más fósforo) y a la inoculación con la cepa TAL 1145. En la evaluación a las 53 semanas del establecimiento, que coincidió con la temporada de lluvias en la

Cuadro 3. Materia seca de *Leucaena leucocephala* cv Perú con diferentes cepas de *Rhizobium* en suelo sabanoide de la costa de Chiapas, México.

TRATAMIENTOS	Semanas después de la siembra (t ha ⁻¹)		
	15	52	78
Cepas de <i>Rhizobium</i> sp.			
LA-11	0.09 bc*	7.29 b	9.48 b
NGR 8	0.14 ab	13.01 a	11.52 a
TAL 1145	0.16 a	12.83 a	10.00 a
J-5	0.12 ab	11.80 a	7.80 b
Fertilización			
Nitrógeno (100 kg de N ha ⁻¹)	0.04 ab	0.47 c	0.32 f
Fosforo (60 Kg ha ⁻¹)	0.14 ab	6.28 b	3.77 e
Nitrógeno+Fosforo	0.19 a	12.70 a	6.40 d
Testigo	0.05 c	1.19 c	0.75 f

Surcos separados a 1.5 m. El nitrógeno se aplicó en forma de urea cada 15 días a razón de 20 kg ha⁻¹ con un total de 100 kg de N ha⁻¹. El fósforo todo a la siembra y como fuente superfosfato de calcio triple. ** Testigo sin inoculación ni fertilización. FUENTE: Aguirre y Valdés (1993). * Letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) según la prueba de Duncan.

región, la mejor respuesta en la producción de materia seca fue NGR 8, TAL 1145 y la cepa local J-5 además del tratamiento con aplicación de N y P. En la tercera evaluación, a las 78 semanas después de la siembra y época seca en la región, las plantas inoculadas con NGR 8 y TAL 1145 dieron los mejores rendimientos de materia seca. En la fase de establecimiento en suelos ácidos *L. leucocephala* respondió hasta las 78 semanas de manera diferencial a las cepas de Rizobios. Las cepas de referencia confirmaron su efectividad en estas condiciones de campo. En otro suelo de mediana fertilidad (Jericó, Pijijiapan) se evaluó su producción de materia seca bajo las mismas cepas de referencia (TAL 1145 y NGR 8) en comparación con cepas de *Rhizobium*

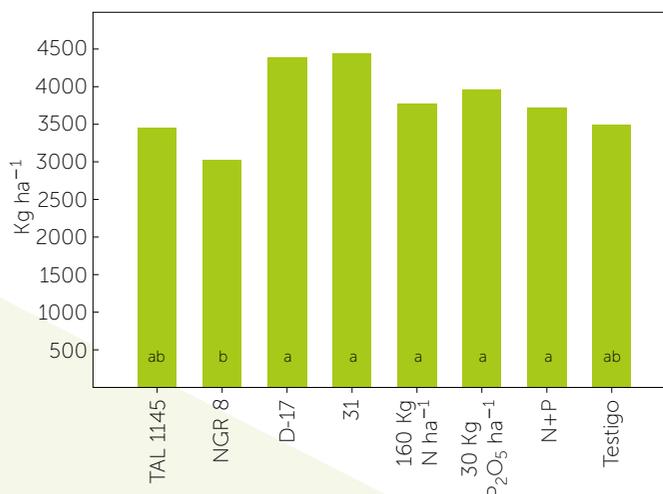


Figura 5. Producción de materia seca de *Leucaena leucocephala* cv Perú con cepas de *Rhizobium* sp., y fertilizantes químicos en suelo de mediana fertilidad de la costa de Chiapas. Valores promedios de cuatro repeticiones. Surcos separados a 1.0 m. *30 kg. de P₂O₅ en las cepas de *Rhizobium* sp., y en los tratamientos fertilizados a la siembra. ** El nitrógeno se aplicó cada 15 días a razón de 20 kg ha⁻¹ hasta un total de 160 kg. Testigo sin inocular ni fertilizar. Adaptado de Ruiz G. (1991).

sp., aisladas en México (D-17, en la Costa de Chiapas y la 31 aislada en valles centrales de Oaxaca) y fertilizadas con N y P. Los resultados de producción de materia seca acumulada de tres cortes durante 231 días (Figura 5) indicaron la presencia de cepas nativas que lograron inducir un mayor desarrollo vegetal en comparación con algunas de las cepas de referencia. Por otra parte, la producción alcanzada con aplicación del tratamiento nitrogenado sugiere baja eficiencia de las cepas nativas, como lo indicó Martínez et al. (1982). Las cepas de *Rhizobium* sp., que lograron mayor producción de materia seca acumulada a través de tres cortes fueron la D-17 y la 31.

Simbiosis *Rhizophagus intraradices* y *Rhizobium loti*

La inoculación de *Rhizophagus intraradices*-*Rhizobium* a *L. leucocephala* es una importante asociación que puede incrementar su cantidad y calidad de materia seca. Este trabajo se evaluó en invernadero con suelo sabanoide de Arriaga, Chiapas mediante el hongo *Rhizophagus intraradices* propagado en raíces de poro (*Allium poro*) con 90% de colonización. El inoculante de *Rhizobium loti* se elaboró con la cepa CIAT 1976 con 300×10⁶ bacterias por gramo de turba. El inoculo micorrízico se depositó a 5 cm de profundidad a razón de 4 g⁻¹ de inoculo por macesta. El grueso del inoculo de rizobio fue de 5% con base al peso seco de la semilla y revestida con carbonato de calcio. Los resultados de biomasa, colonización radical y número de nódulos se presentan en el Cuadro 4. El peso seco de raíces de tratamientos nitrogenados fue el más bajo, mientras que el más alto se registró al incluir el fósforo (Cuadro 4). La asignación de materia seca

Cuadro 4. Componentes fisiológicos del rendimiento en *Leucaena leucocephala* cv Perú con inoculación doble en un suelo ácido de Chiapas.

Tratamiento	Peso seco g 2 plantas ⁻¹			Relación Vástago/Raíz g g ⁻¹	% Colonización <i>Rhizopagus</i> sp.	Número nódulos
	Raíz	Tallo	Hojas			
Testigo**	0.94 h	1.16 gh	0.83 e	1.23	0	0
<i>Rhizobium</i>	5.00cde	2.39 def	3.54 d	1.18	0	39
<i>Rhizopagus</i>	5.21bcd	2.19 ef	3.87 d	1.16	68	0
Nitrógeno (N)	2.71 fg	1.67 fg	3.58 d	1.93	0	0
Fósforo (P)	6.69 ab	2.92 cde	4.13 d	1.04	0	0
<i>Rhizobium</i> + <i>Rhizopagus</i>	6.32abc	2.33 ef	3.61 d	0.93	59	30
<i>Rhizobium</i> +N	1.77 gh	0.83 h	1.96 e	1.57	0	0
<i>Rhizobium</i> +P	5.99abcd	3.19 cd	4.57 cd	1.29	0	23
<i>Rhizopagus</i> +N	3.65 ef	1.88 fg	3.92 d	1.59	65	0
<i>Rhizopagus</i> +P	7.40 a	3.43 bc	4.74 cd	1.10	70	0
N+P	4.59 de	3.40 bc	6.70 b	2.90	0	0
<i>Rhizobium</i> + <i>Rhizopagus</i> +N	5.54 bcd	3.30 bc	5.54 bc	1.59	63	0
<i>Rhizobium</i> + <i>Rhizopagus</i> +P	5.59abcd	4.01 b	5.55 bc	1.71	85	31
<i>Rhizobium</i> + <i>Rhizopagus</i> +N+P	4.82 de	5.32 a	8.74 a	2.80	70	0
C.V. %	21.8	21.2	19.4			

Como fuente de nitrógeno se utilizó el nitrato de amonio (20 kg ha⁻¹ cada 10 días y como fósforo, el superfosfato de calcio triple a 120 kg ha⁻¹. La aplicación del fertilizante fosforado se hizo antes de la siembra mezclado con el suelo. *Diferencia estadística significativa según la DMS al 5% de probabilidad. ** Testigo sin inoculación ni fertilización química. FUENTE: Aguirre-Medina y Velazco (1994).

al tallo fue mayor en tratamientos donde se incluyó a *Rhizobium*, micorriza y fósforo. En estos tratamientos también se encontraron los porcentajes más altos de colonización micorrízica y el menor con la aplicación de *Rhizobium*+nitrógeno. El peso seco de las hojas (lámina foliar+pecíolo+peciolulo) en el tratamiento testigo y el fertilizado con nitrógeno+*Rhizobium* se redujo en la misma tendencia que los otros componentes del rendimiento. El tratamiento fosfatado más la adición de *Rhizobium* y/o *Rhizopagus* tuvo valores semejantes y aumentaron cuando se combinaron los dos microorganismos más el fósforo. En los suelos ácidos del trópico, el fósforo es una limitante del desarrollo vegetal y su inclusión vía química facilita su incorporación (Wright, 2005).

La relación vástago/raíz fue mayor en los tratamientos con fertilización nitrogenada más fósforo, sin embargo, cuando en este tratamiento se incluyeron *Rhizobium* sp., y *Rhizopagus intraradices* fue inferior si no contó con fertilización química. La nodulación fue inhibida en los tratamientos con nitrógeno y aumentó con fertilización fosfatada. La colonización total de la micorriza mostró valores más altos cuando se incluyó la inoculación dual más el fósforo. Lo contrario sucedió al incluir las altas

dosis de nitrógeno. El análisis químico reflejó que contenido de N y P en el tejido vegetal de *L. leucocephala* fue más alto cuando existió inoculación de dos microorganismos más N y P (Figura 6).

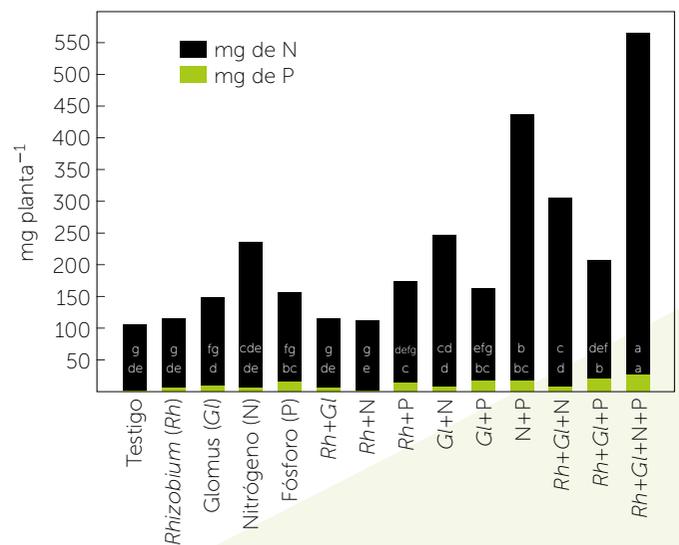


Figura 6. Nitrógeno y fósforo (mg) en el tejido vegetal de *L. leucocephala* inoculada con rizobios y micorriza en un suelo ácido de la costa de Chiapas. *Diferencias estadísticas significativas según la DMS al 5% de probabilidad en cuatro repeticiones. Testigo sin inoculación ni fertilización química. Adaptado de Aguirre-Medina y Velazco (1994).

El número de nódulos encontrados en el sistema radical fue pequeño, sin embargo, la cepa utilizada confirmó su eficiencia para inducir el desarrollo vegetal de *L. leucocephala* en suelos ácidos. En la inoculación doble, el número de nódulos varió muy poco. La colonización de micorriza en el sistema radical se detectó desde los 10 días y la estructura principal fue la hifa, a través del tiempo, las estructuras aumentaron y lograron su mayor desarrollo a los 20 y 30 días después de siembra. El mayor desarrollo vegetal de *L. leucocephala* se logró con la inoculación de *Rhizobium* sp., + *R. intraradices* y la aplicación de N y P. La alta fertilización nitrógenada sola o en combinación con los microorganismos disminuyó la producción de biomasa y la inoculación de los microorganismos favoreció la concentración de N y P en el tejido vegetal.

Simbiosis *Rhizophagus intraradices*+*Azospirillum brasilense*

El experimento se desarrolló en invernadero en suelo Andosol molico del Soconusco, Chiapas. *Azospirillum brasilense* tenía 100×10^6 células por gramo de turba con

molido fino y *Rhizophagus intraradices* en suelo como sustrato y cebolla (*Allium poro*) como planta hospedera. Al momento del envase se tuvieron 200 esporas por gramo de suelo y el nivel de colonización en el sistema radical registrado fue 95%. Se incrementó el área foliar de *Leucaena L. leucocephala* desde el inicio de la investigación con la aplicación de los microorganismos en comparación con el testigo y el efecto permaneció hasta el último muestreo (Figura 7). El incremento fue diferencial entre los microorganismos y presentó efecto sinérgico al combinarlos (Figura 8).

Este efecto en otras plantas ha sido registrado con hongo micorrízico (Aguirre-Medina y Velazco, 1994).

CONCLUSIONES

La presencia de poblaciones de rizobios en suelos no sabanoides de la Costa de Chiapas, es diversa y *L. leucocephala* expresó ventajas en su crecimiento con cepas efectivas y cantidades adecuadas de fósforo en las dos condiciones de suelos; y en la fase de esta-

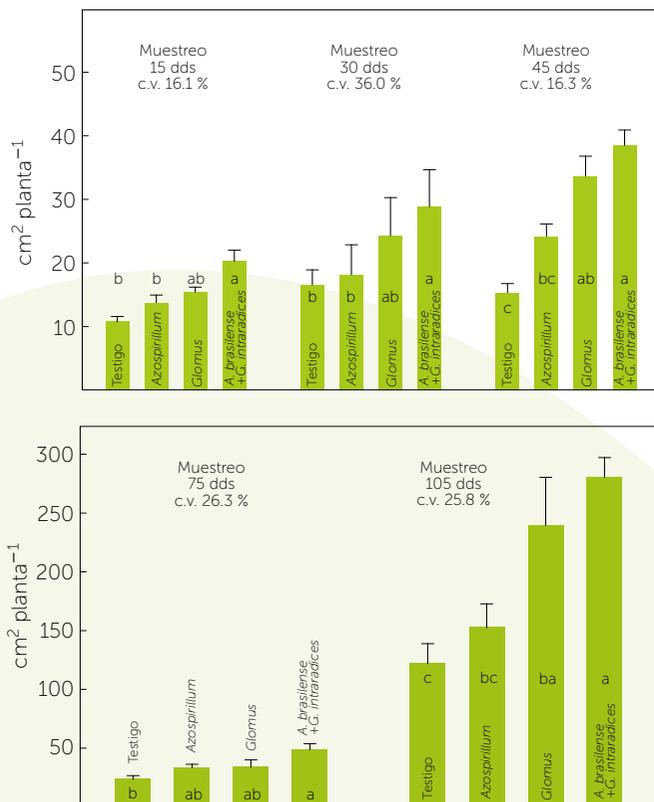


Figura 7. Área foliar de *Leucaena leucocephala* inoculada con dos microorganismos solos o combinados al momento de la siembra en un suelo Andosol del Soconusco, Chiapas. La línea vertical indica \pm error estándar de cuatro repeticiones y letras diferentes entre columnas son diferentes según Tukey $p \leq 0.05$.

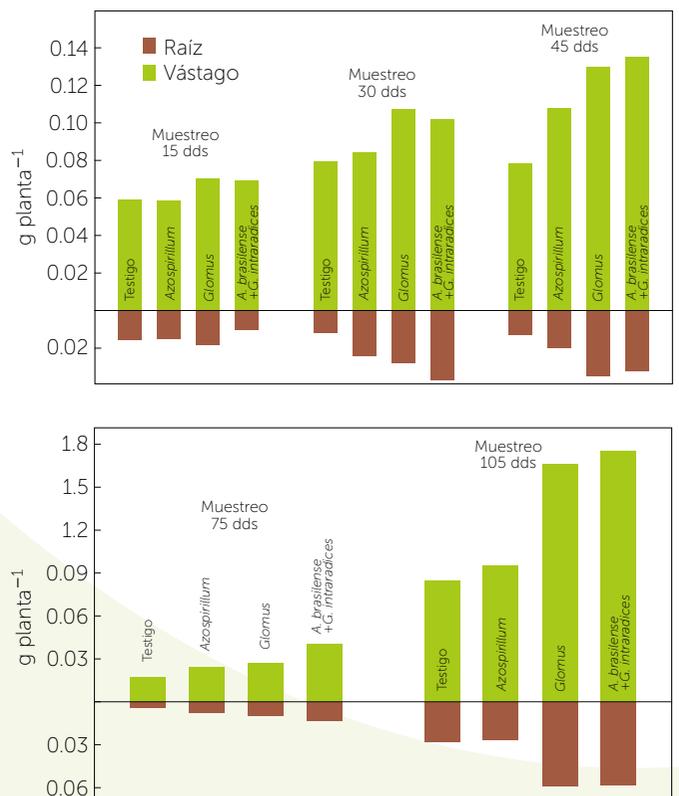


Figura 8. Relación vástago-raíz del huaje *Leucaena leucocephala* inoculada con dos microorganismos. Los valores son promedios de cuatro repeticiones.

blecimiento en los suelos ácidos respondió de manera diferencial a las cepas de Rizobios. Las cepas de referencia confirmaron su efectividad en estas condiciones de campo. La coinoculación de rizobios y micorriza-arbuscular, ó *Rhizophagus*+*Azospirillum* indujo mayor desarrollo vegetal y se incrementa con la adición de N y P, favoreciendo además la concentración de nitrógeno y fósforo en el tejido vegetal.

LITERATURA CITADA

- Aguirre- Medina J.F. 1985. Componentes morfológicos y fisiológicos del rendimiento en frijol *Phaseolus vulgaris* al inocularse con micorriza vesicular-arbuscular y dinámica de las estructuras del hongo. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados.
- Aguirre-Medina J.F., Valdés M. 1993. Establecimiento y producción de *Leucaena leucocephala* inoculada con *Rhizobium* en un suelo ácido. Pasturas Tropicales. Vol 15 (2): 29-31.
- Aguirre-Medina J.F., Velazco Z.M.E. 1994. Componentes morfológicos y fisiológicos del rendimiento de *Leucaena leucocephala* al inocularse con micorriza VA y/o *Rhizobium loti*. Agricultura Técnica en México. Vol. 20(1) p. 43-54.
- Aguirre-Medina J.F., Velazco Z.M.E. 1994. Dinámica de las estructuras de la micorriza Vesicular-Arbuscular y contenido de fósforo en el huaje *Leucaena leucocephala*. Tercera Reunión Científica del Sector Agropecuario y forestal del Estado de Chiapas. Realizada del 3-4 de mayo de 1994 en Tuxtla Gtz., Chi.
- Aguirre-Medina J.F., Garrido-Ramírez E.R. 2002. *Leucaena*: una alternativa para la alimentación animal en Chiapas. Folleto Técnico No. 1. División Agrícola. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigaciones regionales Pacífico Sur. Campo Experimental Rosario Izapa. 71 p.
- Andreeva I.N., Mandkhan K., Re'kina T.V., Mishustin E.N., Izmailov S.F. 1992. Effect of *Azospirillum brasilense* on formation and nitrogen-fixing activity of bean and soybean nodules. Soviet Plant Physiology. 38(5): 646-651.
- Andreeva I.N., Re'kina T.V., Izmailov S.F. 1993. The involvement of indoleacetic acid in the stimulation of *Rhizobium*-legume symbiosis by *Azospirillum brasilense*. Russian J. Plant Physiol. 40(6): 780-784.
- Antunez P.M. Goss J.M. 2005. Communication in the tripartite symbiosis formed by arbuscular mycorrhizal fungi, rhizobial and legume plants. A review. In: Roots and soil management: Interactions between roots and the soil. Amercian Sco. Of Agonomy, Inc. No. 48. Wisconsin, USA. P. 199-222.
- Arshad M., Frankenberger W.T. 1991. Plant growth-regulating substances in the rhizosphere: Microbial production and functions. Advances in Agronomy. 62: 45-151.
- Augé R.M., Duan X., Ebel R.C., Stodola A.J. 1994. Nonhydraulic signalling of soil drying in mycorrhizal maize. Planta. 193: 74-82.
- Bashan Y., Holguin G., Ferrera-Cerrato R. 1996. Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. I. *Azospirillum*. Terra Latinoam. 14:159-194.
- Baylis G.T.S. 1972. Minimum levels of available phosphorus for non-mycorrhizal plants. Plant and Soil. 36 (1): 233-234.
- Burdman S., Sarig S., Kigel J., Okon Y. 1996a. Field inoculation of common vean (*Phaseolus vulgaris* L.) and chick pea (*Cicer arietinum* L.) with *Azospirillum brasilense* strain Cd. Symbiosis. 21, 41-48.
- Cino D.M., Díaz A., Castillo E., Hernández J.L. 2011. Ceba vacuna en pastoreo con *Leucaena leucocephala*: algunos indicadores económicos y financieros para la toma de decisiones. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 45 (1):7-10.
- Crowley D.E., Wang Y.C., Reid C.P., Szaniszló P.J. 1991. Mechanisms of iron acquisition from siderophores by microorganisms and plants. Plant Soil 130:179-198.
- De la Garza H., Valdés M., Aguirre J.F. 1987. Effect of Rhizobial strains, Phosphorus and soil type on nodulation and growth of *Leucaena leucocephala*. Leucaena Research Reports. Vol 8. p 42-43.
- Döbereiner J., Urquiaga S., Boddey R.M., Ahmad N. 1995. Alternatives for nitrogen of crops in tropical agriculture. Nitrogen economy in tropical soil. Fertilizer Research. 42: 339-346.
- Fernández L.R., De Chávez M., Virgüez T.D. 1997. Uso de leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Witt) en pastoreo restringido para la suplementación de vacas lecheras. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5(Supl. 1): 129-131
- Graham P.H. 2005. Biological dinitrogen fixation symbiotic. In: Sylvia, M. D., Fuhrmann, J. J., Harte, G. P. and Zuberer, A. D. (Eds). Principles and applications of soil microbiology. Second Edition. Pearson Prentice Hall., New Jersey, USA. p. 405-432.
- Haahtela K., Laakso T., Nurmiäho-Lassila E.L., Korhonen T.H. 1988. Effects of inoculation of *Poa pratensis* and *Triticum aestivum* with root-associated N₂ – fixing Klebsiella, Enterobacter and *Azospirillum*. Plant and Soil 106: 239-248.
- Hayman D.S., Mosse B. 1971. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. I. Growth of Endogone inoculated plants in phosphate deficient soils. New Phytologist. 70: 19-27.
- Jordan C.D. 1983. Family III. Rhizobiaceae. In: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Vol I. N.R. Krieg and J. G. Holt (Eds) Williams and Wilkins. London. p. 234-256.
- Kennedy A.C. 2005. Rhizosphere. In: Sylvia, M. D., Fuhrmann, J. J., Harte, G. P. and Zuberer, A. D. (Eds). Principles and applications of soil microbiology. Second Edition. Pearson Prentice Hall., New Jersey, USA. pag 242-262.
- Mahecha L., Rosales M., Hernando Molina C., Molina J.E. 2004. Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*-*Cynodon plectostachyus*-*Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia. Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. p. 325-336.
- Martínez E., Aguirre-Medina J.F., Valdés M. 1982. Datos preliminares sobre ensayos de selección de cepas de *Rhizobium* para *Leucaena* en la Costa de Chiapas, México. XVI Reunión Latinoamericana de *Rhizobium* realizada del 24-29 de Octubre de 1982 en Lima, Perú. (Memorias).
- Martínez-Romero E., Segovia L., Martins F., Franco A.A., Graham P., Pardo M.A. 1991. *Rhizobium tropici*, a novel species nodulating *Phaseolus vulgaris* L. beans and *Leucaena* sp trees. Int. J. Syst. Bacteriol. 41:417-426.
- Martínez-Toledo M.V., De la Rubia J.T., Moreno J., González-López J.T. 1988. Root exudates of *Zea mays* and production of auxinas, gibberelins and cytokinins by *Azotobacter chroococcum*. Plant and soil 110: 149-152.

- National Academy of Science. 1977. *Leucaena*. Promising forage and tree crop for the tropics. Washington, 116 p.
- Okon Y., Itzigsohn R.. 1995. The development of *Azospirillum* as a commercial inoculant for improving crop yields. *Biotechnology Advances* 13, 415-424.
- Ruiz-Torres G., Zavala-Mata G., Aguirre-Medina J.F. 2005 La inoculación de *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit con *Rhizophagus intraradices* Schenk et Smith y *Azospirillum brasilense* Tarrand, Krieg et Dobereiner y su efecto en la producción de materia seca. Memoria del primer simposio internacional de forrajes tropicales en la producción animal. Realizado del 19 al 22 de octubre en Tuxtla Gutiérrez. Chiapas. pp: 155. (Memoria).
- Ruiz O.G. 1991. Producción de materia seca del guaje *Leucaena leucocephala* al inocularse con diferentes cepas de *Rhizobium loti* en la Costa de Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chiapas. Escuela de Ciencias Químicas. Campus IV. Tapachula Chiapas. 52 p.
- Schüßler A., Walker C. 2010. The Glomeromycota: a species list with new families and genera. Published by A. Schüßler & C. Walker, Gloucester UK, 2010. online available at www.amf-phylogeny.com
- Solorio S.F.J., Solorio S.B. 2008. Manual de manejo agronómico de *Leucaena leucocephala*. *Leucaena leucocephala* (guaje) una opción forrajera en los sistemas de producción animal en los trópicos. Fundación Produce Michoacan. 44 pág.
- Tien T.M., Gaskins M.H., Hubell D.H. 1979. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). *Appl. Environ. Microbiol.* 37: 1016-1024.
- Utkhede R.S., Koch C.A., Menzies J.G. 1999. Rhizobacterial growth and yield promotion of cucumber plants inoculated with *Phytium aphanidermatum*. *Can. J. Plant Pathol.* 21:265-271.
- Van Peer R., Niemann G.J., Schippers B. 1991. Induced resistance and phytoalexin accumulation in biological control of *Fusarium* wilt of carnation by *Pseudomonas* sp. strain WCS417r. *Phytopathology* 81:728-734.
- Zárate P.S. 1994. Revisión del género *Leucaena* en México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Ser. Bot.* 65 (2): 83-162.
- Zimmer W., Roeben K., Bothe H. 1988. An Alternative explanation for plant growth promotion by bacteria of the genus *Azospirillum*: *Planta* 176: 333-342.



RESPUESTA PRODUCTIVA DE BECERROS POS DESTETE ALIMENTADOS CON ENSILADOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) Y MARALFALFA (*Pennisetum* sp. Schum.)

PRODUCTIVE RESPONSE OF LAMBS FED WITH MAIZE (*Zea mays* L.) ENSILAGE OR FOUNTAINGRASS (*Pennisetum* spp. Schum.) ENSILAGE AFTER WEANING

Guerra-Medina, C.E.¹; Partida-González, O.O.²; Ley-de Coss, A.^{3*}; Montañez-Valdez, O. D.⁴; Silva-Luna, M.⁵; Cárdenas-Flores, F.J.¹; García-Castillo, C.G.³

¹ Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Independencia Nacional 151 Col. Centro, Autlán de Navarro Jalisco, México. CP 48900; ² Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara; ³ Cuerpo Académico de Ganadería Tropical Sustentable, Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus IV de la Universidad Autónoma de Chiapas, Entronque Carretera Costera S/N, Huehuetán, Chiapas, México. CP. 36670; ⁴ Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, Zapotlán El Grande Jalisco, México; ⁵ INIFAP, Campo Experimental Tecomán km 35 carretera Colima-Manzanillo, Tecomán Colima. C. P. 28100;

***Autor responsable:** aleycoss@gmail.com

RESUMEN

Se evaluó la respuesta productiva de becerros posdestete alimentados con ensilado de maíz (*Zea mays* L.) sin elote (EM) o ensilado de maralfalfa (*Pennisetum* sp. Schum.) (EMA) más un complemento de proteína cruda (PC) al 16%. Se utilizaron 10 becerros machos enteros con edades entre 8 y 10 meses de tipo racial Cebú×Suizo Europeo y Charolais, con peso vivo inicial de 183 ± 30 kg, distribuidos aleatoriamente en un diseño completamente al azar, con cinco repeticiones por tratamiento. Los becerros se alojaron en dos corrales de 9×4 m con comedero y bebedero, se dio un periodo de adaptación de 14 días y a partir del día 15 se inició la toma de datos. Se evaluaron dos tratamientos: T1: Ensilado de maíz a libre acceso+complemento 16% PC; y T2: Ensilado maralfalfa a libre acceso+complemento al 16% PC. Las variables fueron consumo de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA), consumo de ensilado (CE) y de balanceado (CB). No hubo diferencia en GDP ($p>0.05$); mientras que el CMS total, la CA y el CMS de ensilado fue mayor ($p<0.05$) en los becerros que consumieron EMA. Los resultados muestran que la respuesta productiva en becerros pos destete mejora cuando se alimentan a base de EM sin elote.

Palabras clave: ensilado, becerros pos destete, ganancia de peso.

ABSTRACT

The productive response of post-weaning lambs fed with maize (*Zea mays* L.) ensilage without corncob (EM) or fountaingrass (*Pennisetum* spp. Schum.) (EMA), plus a raw protein (PC) complement at 16 %, was evaluated. Ten full male lambs of ages 8 to 10 months were used, ZebuxEuropean Swiss and Charolais breed, with initial live weight of 183 ± 30 kg, distributed randomly in a completely randomized design with five repetitions per treatment. The lambs were housed in two 9×4 m pens with food and water troughs, and an adaptation period of 14 days was given; data collection began on day 15. Two treatments were evaluated: T1: free access EM+16 % PC complement; and T2: free access EMA+16 % PC complement. The variables were dry matter consumption (CMS), daily weight gain (GDP), food conversion (CA), ensilage consumption (CE), and meal consumption (CB). There were no differences in GDP ($p>0.05$), while total CMS, CA and CMS of ensilage was higher ($p<0.05$) in lambs that consumed EMA. The results show that the productive response in post-weaning lambs improves when they are fed based on corncob-free EM.

Keywords: Ensilage, post-weaning lambs, weight gain.

INTRODUCCIÓN

En México, el sistema de producción de becerros al destete y el sistema de doble propósito, basan su productividad en la alimentación con pastos cuya calidad y disponibilidad depende en gran parte de la precipitación pluvial y en ocasiones la alimentación se complementa con forrajes de corte, minerales o raciones balanceadas que aportan proteína, energía y minerales. La alimentación de los becerros depende principalmente de la leche disponible después del ordeño y el pasto que puedan consumir, qué generalmente no cubre sus requerimientos nutrimentales. Bajo estas condiciones, los becerros se destetan entre siete y 10 meses de edad, con un peso que oscila entre 150 kg y 180 kg, sin embargo, por el tipo de alimentación, durante la lactancia, los becerros no desarrollan adecuadamente el rumen (Church, 1993; Ørskov, 1988; Cozzi *et al.*, 2002; Prevedello *et al.*, 2012), y al momento del destete, su capacidad para aprovechar los nutrientes del forraje es limitada (Belanche *et al.*, 2005) lo que ocasiona que el becerro pierda peso. El consumo de alimento sólido durante la lactancia estimula la proliferación de microorganismos ruminales y la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), en consecuencia estimula el desarrollo y funcionalidad del rumen (Suárez *et al.*, 2006; Xie *et al.*, 2014). Debido a que la disponibilidad y calidad del forraje es variable durante el año, una alternativa en la alimentación de los becerros posterior al destete (posdestete) puede ser el uso de forrajes de corte ensilados. El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) para elote aporta forraje como parte residual y grandes volúmenes se destinan en alimentación animal en estado fresco. Para el año 2000 en México se sembró una superficie de 31, 260 has, mientras que en 2013 fue de 60, 715 has (SIAP, 2014); también la maralfalfa (*Pennisetum* sp.) se usa como forraje por producir grandes volúmenes de biomasa que se suministran en estado fresco o ensilado (Maza *et al.*, 2011), y de acuerdo a Sánchez, (2005), los forrajes conservados aumentan la producción animal durante la época de estiaje, por tal motivo, se evaluó la respuesta productiva de becerros posdestete alimentados con ensilados de maíz sin elote y maralfalfa.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se desarrolló en el Sitio Experimental Costa de Jalisco del INIFAP (104° 32' 03" N y 19° 31' 16" O), altitud de 346 m, temperatura promedio de 25 °C y precipitación anual de 1400 mm. El tipo climático de la

zona es Aw1 y la zona térmica a la que corresponde es cálida, con lluvias en verano (García, 1981). La edad de la planta de maíz al momento de la cosecha para ensilar fue de 75 días y la maralfalfa 70 días. Ambas especies se cosecharon con ensiladora (Nogueira modelo EN-6180 Brasil) de un surco, el tamaño de partícula del forraje fue de 1.5 cm, y el tiempo de fermentación antes de abrir el silo fue de 30 días. El análisis químico proximal del complemento balanceado comercial, el ensilado de maíz y de maralfalfa se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro Universitario del Sur, de la Universidad de Guadalajara (Ciudad Guzmán, Jalisco). Las muestras fueron secadas en un horno con circulación de aire a 60 °C por 24 horas y se molieron (molino marca Willey modelo TS3375E15 USA) con criba de un milímetro. La determinación de materia seca (MS) mediante un horno con circulación de aire a 100 °C por 24 horas. La proteína cruda (PC) por el método Kjeldahl, grasa cruda y cenizas se determinó siguiendo la técnica descrita por AOAC (2007); las fracciones de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) por el método de Van Soest *et al.* (1991).

Se utilizaron 10 becerros machos enteros de entre 8 y 10 meses de edad de tipo racial Cebú×Suizo Europeo y Charolais, con peso vivo inicial de 183±30 kg. A la llegada de los animales al corral, por vía subcutánea se aplicó 1 mL de ivermectina por cada 50 kg de peso vivo (1 mL contiene 10 mg de ivermectina), que actúa contra parásitos internos y externos; además de complejo de vitaminas A, D, E se aplicó por vía intramuscular a una dosis de 3 mL por animal (cada mL contiene vitamina A 300 000 UI, vitamina D 45 000 UI, vitamina E 150 mg). Los animales fueron alojados en corrales de 9×5 m con comedero y bebedero. La alimentación consistió en asignar el 1% del peso vivo de alimento balanceado, 70% se ofreció por la mañana y 30% por la tarde; el ensilado de maíz o de maralfalfa se ofreció a libre acceso con disponibilidad de agua. El alimento balanceado se formuló al 16% de proteína cruda (PC) (Cuadro 1). Los tratamientos evaluados fueron T1=ensilado de maíz sin elote a libre acceso +1% PV de suplemento al 16% de PC; T2=ensilado de maralfalfa a libre acceso+1% PV de suplemento al 16% de PC

Las variables evaluadas fueron: Ganancia Diaria de Peso (GDP), para lo cual los animales fueron pesados al inicio de la fase experimental y cada 28 días por tres periodos (báscula ganadera REVUELTA México) con capacidad de 700 kg y precisión de 0.5 kg (Figura 1).

La GDP se estimó cómo:

$$GDP = (\text{peso vivo final} - \text{peso vivo inicial}) / \text{No de días}$$

Para medir el Consumo de Materia Seca (CMS) fue pesada la fuente de alimento ofrecido (ensilados y balanceado) y 24 horas después se pesó el alimento rechazado, la medición de esta variable se realizó cada siete días durante toda la fase experimental, el CMS se estimó con la siguiente ecuación:

$$CMS = \text{kg de alimento ofrecido} - \text{kg de alimento rechazado}$$

mientras que la Conversión Alimenticia (CA). Se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$CA = CMS / GDP$$

Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones por tratamiento y analizó por el procedimiento de mediciones repetidas, mediante PROG GLM (SAS, 2001) y la comparación de medias con Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 2 muestra que las características químicas (análisis proximal) del ensilado de maíz (EM) fueron de mayor contenido de proteína cruda, menor contenido de fibra cruda y cenizas; mientras que el contenido de PC del complemento balanceado fue similar a lo formulado (16%). Respecto al ensilado de maralfalfa (EMA) la PC registrada fue similar a lo reportado por Maza *et al.* (2011), quienes ensilaron a 60 días de corte y superior a lo reportado por Posada *et al.* (2007) con ensilado de maralfalfa más caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). El contenido de FDN y FDA fue inferior a lo reportado por Maza *et al.* (2011) quienes reportaron 70% y 49% respectivamente.

La respuesta productiva de los becerros (Cuadro 3), indicó que no hubo diferencia entre tratamientos en peso vivo inicial ($p > 0.05$), peso vivo final ($p > 0.05$), cambio de peso vivo ($p > 0.05$) y GDP promedio ($p > 0.05$); mien-

Cuadro 1. Composición del alimento balanceado..

Ingrediente	g kg ⁻¹
Pasta de soya	110
Sorgo molido	696
Salvado de trigo	160
Urea	10
Mezcla mineral ¹	20
Micro minerales ²	1
Cultivo de levaduras ³	3

¹ Cada 100 g contienen Ca (21.1 g), Na (9.6 g), Cl (14.4 g), S (5.2 g), Mg (0.8 g), Zn (0.4 g), Mn (0.4 g), Co (10 g), I (4.6 g) Se (0.4 g).

² Selenio (Metionina de Selenio) 590 mg kg⁻¹, cromo (Metionina de Cromo) 990 mg kg⁻¹, zinc (Di-lisina de Zinc) 3000 mg kg⁻¹, cobre (Di-lisina de Cobre) 5000 mg kg⁻¹, yodo (Péptido de yodo) 30 mg kg⁻¹, manganeso (Di-lisina de manganeso) 3,000 mg kg⁻¹, cobalto (Péptido de cobalto) 30 mg kg⁻¹, hierro (Di-lisina de hierro) 1,500 mg kg⁻¹, Células de levadura viva 2.0×10⁹ UFC g⁻¹, vitamina E 50 UI kg⁻¹.

³ Células de levadura viva 2.0×10⁹ UFC g⁻¹

tras que el CMS total y la CA fue mayor en los becerros del tratamiento con ensilado de maralfalfa. Autores como Veitia *et al.* (1974), obtuvieron GDP en becerros alimentados con melaza-urea a voluntad, forraje restringido y cinco fuentes proteicas, (Pescado, Soya, Girasol, Algodón, Colza), T1: 0.850 kg día⁻¹; T2: 0.450 kg día⁻¹; T3: 0.510 kg día⁻¹, T4: 0.490 kg día⁻¹, T5: 0.540 kg día⁻¹



Figuras 1. A: Pesaje de animales bajo evaluación. B: Becerros del lote experimental

Cuadro 2. Análisis químico proximal de ensilado de maíz (*Zea mays* L.) sin elote, ensilado de maralfalfa (*Pennisetum* sp. Schum) y complemento balanceado.

Variable	Maíz	Maralfalfa	Balanceado
Proteína cruda	8.63	6.16	16.19
Grasa cruda	1.58	1.96	3.11
Fibra cruda	27.61	30.30	9.16
Fibra detergente neutro	55.17	51.54	18.45
Fibra detergente ácido	35.24	35.37	13.24
Cenizas	8.16	13.2	7.15

Cuadro 3. Respuesta productiva de becerros alimentados con ensilados de maíz (*Zea mays* L.) sin elote o ensilado de maralfalfa (*Pennisetum* sp. Schum).

Variable	Maíz	Maralfalfa	±error estándar
Peso vivo inicial (kg)	183.2	181.0	32.76
Peso vivo final (kg)	258.4	246.8	45.16
Cambio de peso vivo (kg)	75.2	65.8	22.18
GDP (kg becerro ⁻¹ d ⁻¹)	0.901	0.797	0.213
CMS total (kg becerro ⁻¹ d ⁻¹)	6.32b	7.88a	0.67
CA (GDP/CMS)	7.40b	9.84a	1.35

a, b: literales diferentes en la misma hilera, indican diferencia entre tratamientos ($p < 0.05$).

Cuadro 4. Ganancia diaria de peso en becerros destetados (kg becerro⁻¹ día⁻¹).

Periodo (28 días)	Maíz	Maralfalfa	±error estándar
1	0.568	0.712	0.515
2	0.957	0.771	0.213
3	1.179	0.910	0.327

No hubo diferencias estadísticas entre tratamientos ($p > 0.05$).

Cuadro 5. Consumo de materia seca de becerros alimentados con ensilados de maíz (*Zea mays* L.), maralfalfa (*Pennisetum* sp. Schum) y balanceado.

Variable	Maíz	Maralfalfa	±error estándar
CMS de ensilado (kg becerro ⁻¹ día ⁻¹)	3.82b	5.38a	0.76
Consumo de ensilado (% de ración)	60.25b	67.95a	4.26
CMS (% PV)	2.95b	3.71a	0.36

a, b: literales diferentes en la misma hilera, indican diferencia entre tratamientos ($p < 0.05$).

para las cinco fuentes proteicas de manera respectiva. Velasco (1993), en praderas de pasto Santo Domingo con 50 novillos de la craza Suizo×Cebú implantados con Acetato de Trembolona+17β estradiol+1% de suplementación alimenticia, registró GDP de 0.947 kg día⁻¹, mientras que el lote testigo tuvo GDP de 0.686 kg día⁻¹.

Con base al Consumo de Materia Seca (CMS) de becerros posdestete, se observó que los becerros ali-

mentados con EMA tuvieron mayor CMS, debido posiblemente a la diferencia de calidad nutrimental de los forrajes utilizados, ya que *Pennisetum* spp., registró mayor contenido de proteína y menor contenido de FDN, lo que repercute en mayor eficiencia en la utilización de los nutrimentos; esto se reflejó en la CA, que fue menor en becerros que consumieron maíz y mayor eficiencia en la utilización de los nutrientes. En otros estudios, Heredia (2012) evaluó el efecto de la inclusión de cerdaza (estiércol de cerdo) en dietas para becerros y obtuvo un CA de 9.1 y 6.8 sin cerdaza.

Con respecto a la GDP por periodo, se registró que no hubo diferencia entre tratamientos ($p > 0.05$) en el periodo uno, y fue menor respecto a lo formulado que fue para GDP de 0.9 kg becerro⁻¹ d⁻¹ (Cuadro 4), atribuido a que los becerros tenían un pobre desarrollo del rumen debido a que no consumieron iniciador durante la lactancia y poca capacidad de absorción y aprovechamiento de nutrimentos (Sutton *et al.*, 1963); mientras que en los periodos dos y tres los becerros mostraron una mejora en la GDP como resultado de la alimentación que se les proporciono, lo cual se presume estimuló el desarrollo anatómico y fisiológico del rumen facilitando mayor eficiencia en la utilización del alimento consumido.

El Cuadro 5 muestra el consumo de ensilado fue mayor ($p < 0.05$) en becerros que consumieron EMA tanto en kg becerro⁻¹ d⁻¹, como en porcentaje de la ración total y cómo por ciento del peso vivo. Este mayor consumo de ensilado pudo deberse al menor aporte de nutrientes del EMA y al mayor contenido de FDN, por lo que el animal aumenta su consumo para cubrir requerimientos de energía. En un estudio realizado por Maza *et al.* (2011), el consumo de EMA fue de 4.66 kg cuando los becerros tuvieron acceso al EMA por 60 minutos.

CONCLUSIONES

El contenido de PC del ensilado de maralfalfa fue menor que el de maíz; la GDP de becerros posdestete fue baja en el primer mes por el pobre desarrollo del rumen y aumentó en el segundo y tercer mes. Con la alimentación a base de maíz más un complemento al 16% de proteína cruda, el CMS total, CMS de ensilado, CMS como % del peso vivo y la CA fue menor como consecuencia de mayor aporte de PC y menor contenido de FDN en comparación del ensilado de maralfalfa.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Vol. 15th Ed. Assoc. Offic. Anal. Chem. Washington, D. C. pp: 69-88.
- Belanche A., De La Fuente G., Calleja L., Balcells J. 2005. Desarrollo anatómico y microbiológico del rumen: efecto de la edad y tipo de dieta. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Zaragoza (En línea) 2005 Febrero (Fecha de acceso 30 de Octubre 2013); URL disponible en: http://www.aida-itea.org/jornada38/nutricion/fisiologia_metabolismo/rfm-2_belanche.pdf.
- Church C.D. 1993. El Rumiante, Fisiología digestiva y nutrición. Edición en lengua española. Editorial Acribia, S.A.
- Cozzi G., Gottardo F., Matiello S., Canalli E., Scaziani E., Varga M. and Andrighetto I. 2002. The provision of solid feeds to veal calves: I: growth performance, forestomach development carcass and meat quality. J. Anim. Sci. 80: 357-366.
- García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Köppen. México. 13-14.
- Heredia C.M.R. 2012. Efecto de la inclusión de cerdaza en el ICA, GDP y CMS, en dietas de levante para becerros pos desteté. Proyecto de titulación. Zamorano, Honduras, Noviembre. 16-19.
- Maza L.A., Vergara O.G., Paternina E.D. 2011. Evaluación química y organoléptica del ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum* sp) más yuca fresca (*Manihot esculenta*). Rev. M. V. Z. Córdoba. 16 (2): 2528-2537.
- Ørskov E.R. 1988. Nutrición proteica de los rumiantes. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- Posada S., Rosero R., Jiménez A. 2007. Valor nutricional y características de fermentación del ensilaje de pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar (*Saccharum officinale*). Col. Cienc. Pec. 20(4): 640.
- Prevedello P., Brscic M., Schiaron E., Cozzi G., Gottardo F. 2012. Effects of the use of small or large amounts of solid feeds to veal calves on growth and slaughter parameters, intravital and postmortem welfare indicators. J. Anim. Sci. 90: 3538-3545.
- Sánchez L. 2005. Estrategias modernas para la conservación de forrajes en la producción bovina tropical. Revista CORPOICA. 6:69-80.
- SAS. System for Windows. 2001. SAS User's Guide Statistics, SAS Inst. Inc. Cary, USA.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera 2014. (Fecha de acceso 29 de octubre de 2014). <http://www.siap.gob.mx>.
- Suárez B.J., Van R.C.G., Beldman G., Van D.J., Dijkstra J., W. Gerrits W.J.J. 2006. Effects of supplementing concentrates differing in carbohydrate composition in veal calf diets: I. Animal performance and rumen fermentation characteristics. J. Dairy Sci. 89: 4365-4375.
- Sutton J.D., McGilliard A.D., Jacobson N.L. 1963. Functional development of rumen mucosa. I. Absorptive ability. J. Dairy Sci. 46:426-436.
- Van Soest P.J., Robertson B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.
- Veitía J.L., Preston T.R., Delgado A. 1974. El uso del pasto para la producción de carne. LI- Efecto

de la carga y suplementación con Miel/Urea sobre el comportamiento de toros durante la primavera. Rev. Cubana Cienc. Agric. 8: 127.

Velasco T.A. 1993. Efecto del acetato de trembolona más 17β estradiol sobre las ganancias de peso en novillos Suizo×Cebú en pastoreo intensivo en el trópico húmedo. Tesis de Licenciatura. Univ. Pop. Aut. de Puebla. Puebla.

Xie X.X., Meng Q.X., Liu P., Wu H., Li S. R., Ren L.P., Li X. Z. 2014. Effects of a mixture of steam-flaked corn and extruded soybean on performance, ruminal development, ruminal fermentation, and intestinal absorptive capability in veal calves. J. Anim. Sci. 91: 4315-4321.



AP
AGRO
PRODUCTIVIDAD

COMPLEMENTO CON SELENOMETIONINA A OVEJAS GESTANTES Y EFECTO SOBRE EL DESARROLLO DE SUS CORDEROS

COMPLEMENTING EXPECTANT EWES WITH SELENOMETHIONINE AND THE EFFECT ON DEVELOPMENT OF THEIR LAMBS

Parraguirre-Espinosa, A., Miranda-Jiménez, L., Herrera-Haro, J.

Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería. Colegio de Postgraduados, *Campus Montecillo*, km 36.5 carretera México-Texcoco, México CP 56230.

***Autor de correspondencia:** miranda_leonor@yahoo.com

RESUMEN

El Selenio cruza eficientemente la barrera placentaria y se puede concentrar en calostro y leche. Desde el postulado de que el uso de SeMet en la complementación de ovejas gestantes aumenta la concentración de Selenio sanguíneo y lácteo en ovejas, así como, el peso al nacimiento y ganancia de peso del cordero, se realizó un estudio con 14 hembras ovejas, gestantes con SeMet (0.20 mg kg⁻¹ de Selenio)= 300 mg oveja⁻¹ de SeMet, cada 24 h durante cinco días y dosis de sostenimiento c/7 días, más el testigo (Sin SeMet). Se analizó la concentración de Selenio en muestras de suero sanguíneo de ovejas y corderos, producto comercial con SeMet y en salvado de trigo. Para evaluar la ganancia de peso y peso al nacimiento se pesaron cada 15, 30, 45 y 60 días de edad. Para la concentración de Selenio en suero y ganancia de peso de corderos se usó un diseño experimental con mediciones repetidas en el tiempo. En peso al nacimiento se usó un diseño completamente al azar con Análisis de Varianza para determinar el grado de asociación entre Selenio en suero sanguíneo de ovejas y corderos, y se aplicó análisis de coeficiente de correlación de Pearson. La adición de SeMet a ovejas aumento el Selenio sérico a los 25 días (P<0.05), mientras que para este mismo periodo en corderos disminuyó (P<0.05), indicando que no existe correlación entre concentraciones séricas de Selenio de ovejas y corderos a 25 días de vida (-0.99604, P<0.0001). El peso al nacimiento mostró tendencia positiva en corderos de madres con SeMet, sin presentar diferencia estadística (P>0.05). La ganancia de peso de corderos no fue afectada por la aplicación de SeMet a la madre (P>0.05). El suministro de SeMet a ovejas gestantes aumentó la concentración sérica del mineral a 25 días pero no la ganancia de peso al destete, ni peso al nacimiento, no hay correlación entre concentración sérica de Selenio de ovejas y ganancia de peso de corderos.

Palabras clave: Peso al nacer, ovejas, selenio.

ABSTRACT

Selenium crosses the placenta barrier effectively and can be concentrated in colostrum and milk. From the hypothesis that the use of SeMet in complementation of expectant ewes increases the concentration of blood and milk Selenium in sheep, and also the birth weight and the weight gain in lambs, a study with 14 expectant ewes was carried out, with SeMet (0.20 mg kg⁻¹ of Selenium)= 300 mg ewe⁻¹ of SeMet, every 24 h for five days, and a maintenance dose every 7 days, plus the control (without SeMet). The Selenium concentration was analyzed in samples of blood serum in ewes and lambs, in commercial product with SeMet, and in wheat bran. To evaluate the weight gain and the birth weight, they were weighed every 15, 30, 45 and 60 days of age. For the Selenium concentration in the serum and weight gain in lambs, an experimental design with repeated measurements was carried out in time. For birth weight, a completely random design was used with Variance Analysis, to determine the degree of association between Selenium in blood serum of ewes and lambs, and a Pearson correlation coefficient analysis was applied. The addition of SeMet to ewes increased the serum Selenium at 25 days (P<0.05), while it decreased for this same period in lambs (P<0.05), indicating that there is no correlation between serum concentrations of Selenium in ewes and lambs at 25 days of life (-0.99604, P<0.0001). The birth weight showed a positive trend in lambs with mothers with SeMet, without statistical difference (P>0.05). The weight gain in lambs was not affected by the application of SeMet to the mother (P>0.05). The supply of SeMet to expectant sheep increased the serum concentration of the mineral at 25 days, but not the weight gain at weaning, or the birth weight; there is no correlation between the serum concentration of Selenium in ewes and weight gain in lambs.

Keywords: Birth weight, ewes, Selenium.

INTRODUCCIÓN

Los minerales son moduladores potentes de varias funciones fisiológicas que son perturbadas en estados de deficiencia, las modificaciones bioquímicas y clínicas resultantes se puede prevenir y corregir con la complementación adecuada de estos minerales (Neve, 1992). El Selenio (Se) es un oligoelemento no metal en estado natural sólido y escaso en la corteza terrestre, importante para el desarrollo normal del organismo por ser un antioxidante que forma parte integral de la glutatión peroxidasa, que regulan funciones vitales, y la concentración sistémica de este mineral es determinada principalmente por el contenido de Selenio en alimentos ingeridos (Carlson *et al.*, 2009; Carmona-Fonseca, 2010). La deficiencia de Selenio afecta el desarrollo de los corderos y la productividad de las empresas ovinas. Los trastornos causados por deficiencia severa varían desde, falla cardíaca asociada con cambios degenerativos en miocardio hasta muerte súbita (Revilla *et al.*, 2008). En ovinos adultos es común problemas de distrofia muscular nutricional o enfermedad del musculo blanco, retraso en crecimiento e infertilidad (Revilla *et al.*, 2008; Wu *et al.*, 2012); y cuando la deficiencia es subclínica provoca debilidad muscular del recién nacido (Hall *et al.*, 2014). La deficiencia de Selenio afecta a todas las especies animales, sin embargo, los ovinos y caprinos son particularmente susceptibles (Zarczynska *et al.*, 2013), la administración del mineral para prevenir o contrarrestar deficiencia puede proporcionarse en formas orgánica como Selenometionina (SeMet) la cual es preferida por presentar mayor margen de bioseguridad, ser eficaz para el enriquecimiento del contenido de Selenio en leche (Carmona-Fonseca, 2010; Miranda *et al.*, 2009) y ser más biodisponible que las fuentes inorgánicas (Reséndiz *et al.*, 2012) (Figura 1).

La transferencia de nutrientes de la oveja a su descendencia se produce a través de la vía placentaria e ingestión de calostro y leche, y depende en gran medida del estado nutricional de la madre, eficiencia de la vía transplacentaria y adecuada salud y fisiología del sistema mamario (Ghanhy *et al.*, 2007). Al final de la gestación el peso fetal se ve afectado por la desnutrición materna,

donde, ovejas con nutrición restringida tienen fetos de masa reducida en comparación con ovejas que tienen nutrición balanceada (Lekartz *et al.*, 2010), el mal estado de salud y baja condición corporal son determinantes para el desarrollo del feto, lo que suele resultar en retraso productivo futuro, esta disminución del rendimiento productivo puede ocurrir aun cuando el peso al nacimiento no se vea afectado (Meyer *et al.*, 2011). La provisión de Selenio a la madre durante la gestación y lactación es eficaz para cubrir los requerimientos en el recién nacido (Figura 2) debido a que el Selenio cruza eficientemente la barrera placentaria, además de concentrarse en el calostro y la leche (Hall *et al.*, 2014; Zarczynska *et al.*, 2013), la forma orgánica de Selenio es más eficaz que las formas inorgánicas en su capacidad para transferir Selenio a lactantes humanos y de otras especies mediante el amamantamiento, reduciendo el riesgo de deficiencia en la descendencia (Rayman *et al.*, 2008). Con base en lo anterior, se realizó un estudio para identificar la influencia de Selenio en el peso al nacimiento y ganancia de peso de corderos nacidos de madres com-



Figura 1. Complementación con SeMet a ovejas gestantes vía oral



Figura 2. Parto de oveja tratada con SeMet.



plementadas con Selenio orgánico (SeMet), bajo la premisa de que el complemento de SeMet a ovejas gestantes aumenta la concentración de Selenio sanguíneo y lácteo de la oveja así como el peso al nacimiento y ganancia de peso de sus corderos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó de Noviembre de 2014 a Marzo de 2015, en la comunidad de Chimalpa, Chiautla, Estado de México, en una unidad de producción (19° 34' 11.0" N, y 98° 53' 12.9" O) a 2266 m de altitud (Garmin eTrex H, 2007). El clima es templado semiseco con lluvias abundantes en verano y de menor grado a fines de primavera e inicios de otoño, temperatura media anual entre 11 °C y 19 °C, con máxima de 32 °C y mínima de 6 °C (De la Cruz *et al.*, 2013).

Manejo de animales

Se utilizaron 14 hembras ovinas de lana (*Ovis aries*), gestantes no sincronizadas, con características raciales del fenotipo de ovinos locales, con peso vivo promedio de 42.5±5.4 kg, edad de 27±6 meses en promedio y condición corporal de 2.5 a 3.5 en escala de 1 a 5 (England, 2009). Las ovejas fueron alimentadas con rastrojo y grano de maíz (*Zea Mays*) molido, y heno de alfalfa (*Medicago sativa*), el total de alimento proporcionado fue de 1.4 kg (97.2% MS) y 2.1 kg (96% MS) por oveja día⁻¹, divididos en una ración matutina y una vespertina. Se hizo estudio coproparasitoscópico mediante la técnica de flotación (Estrada, 2013) sin que se encontraran indicios de parasitismo, se decidió no suministrar vitaminas para evitar interferencia que pudiera causar el sinergismo de la vitamina E (Vit-E) con el Selenio.

Asignación de las unidades experimentales

Se realizó la aleatorización para formar un grupo tratamiento (Con SeMet) y un grupo testigo (Sin SeMet), con el programa de computo Minitab 14 (Minitab, 2003), al inicio del experimento no se contó con el dato de tiempo de gestación de las ovejas, éste se calculó conforme se fueron presentando los partos, tomando como referencia el tiempo de gestación de 150±5 días (Senger, 2003).

Suministro del tratamiento

Se utilizó un producto comercial con levadura enriquecida con Selenio (SeMet; Bioways Selenio, Grupo Biotecap México), se proporcionó a ovejas con tratamiento de SeMet 300 mg de PC vía oral, unidos

a 10 centímetros cúbicos (cc) de salvado de trigo (*Triticum aestivum*) mezclado con agua suficiente hasta obtener una consistencia pastosa, las ovejas sin SeMet sólo recibieron 10 cc de salvado de trigo; el total de Selenio adicionado fue 0.24 mg kg⁻¹, considerando la suma de 0.20 mg kg⁻¹ contenidas en la SeMet y 0.04 mg kg⁻¹ en el salvado de trigo usado como vehículo.

Calendarización de tratamientos

Se tomaron como base los datos mencionados por Church (1993), que indican que: en corderos y terneros inyectados con selenito de sodio y vitamina E, las concentraciones hepáticas y renales de Selenio aumentan hasta cinco veces entre 1-4 días después de iniciado el tratamiento, volviendo a sus niveles iniciales en 30 días. En base a esta información, se realizó un esquema de administración del producto, buscando mantener los niveles sistémicos de Selenio constantes, el cual se hizo de la siguiente manera: suministro continuo de 300 mg de SeMet oveja día⁻¹ cada 24 h durante 5 días consecutivos y posteriormente suministro intermitente de la misma dosis cada 7 días, hasta el término del experimento considerado al momento del destete, cuando los corderos cumplieron 60 días de edad.

Recolección de muestras sanguíneas de ovejas y corderos

Para conocer las variaciones en concentración de Selenio debidas al tratamiento con SeMet: a) Se tomaron muestras de sangre a ovejas, en los días cero y 25 (0=un día antes del inicio del suministro de SeMet y 25 días después del inicio del suministro de SeMet). b) Se tomaron muestras de sangre a corderos los días 6 y 25 de vida. Todas las muestras se tomaron de forma regular en un horario entre las 09:00 y 11:00 horas.

Cuantificación de la concentración de Selenio

Se analizó la concentración de Selenio en las muestras de suero sanguíneo de ovejas y corderos, el producto comercial con SeMet y el salvado de trigo, el análisis se realizó por la técnica de Espectrofotometría de absorción atómica, con digestión ácida en horno de microondas. Las muestras de suero sanguíneo de oveja y corderos se diluyeron a relación 1:5 partes de Muestra/Ácido nítrico (HNO₃ al 70%). Las muestras de producto comercial de SeMet y salvado de



trigo se diluyeron a relación 0.5:6 partes de Muestra/ HNO_3 . Posteriormente, las muestras diluidas se vertieron en vasos de teflón y se colocaron en un carrusel de 48 vasos para introducirlos en el horno de microondas (Multiwave 3000 Anton Paar, Austria) y se digirieron a una temperatura máxima de 190 °C, presión máxima de 18 Bar y tiempo promedio de 40 minutos (Ghanhy et al., 2007; Silva, 2012); las muestras digeridas se colocaron cada una en un matraz aforado a 50 ml y se aforaron a 25 ml con HNO_3 .

Pesaje de corderos

Para conocer la influencia del Selenio transferido madre-cría en el desarrollo del cordero lactante se pesaron los corderos hijos de borregas del grupo con SeMet y sin SeMet, al nacimiento y a 15, 30, 45 y 60 días de edad, y se registró la ganancia de peso de los corderos hijos de todas las ovejas en experimentación. El pesaje se hizo con una báscula digital colgante, con múltiplos de 5 g. Todos los pesajes de corderos se realizaron de forma regular entre las 08:00 y 09:00 horas de los días programados (Figura 3).

Para la concentración de Selenio en suero sanguíneo de ovejas y corderos, y ganancia de peso de corderos se usó un diseño experimental con mediciones repetidas en el tiempo y se analizó con el PROC MIXED de SAS (Herrera y García, 2014), con el modelo estadístico asociado:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + \delta_{j(i)} + P_k + (tP)_{ik} + \varepsilon_{ijk} \quad i=1, \dots, t, j=1, \dots, r, k=1, \dots, n$$

Donde: Y_{ij} =variable respuesta en la observación k , tiempo i , tratamiento j , μ =media general, t_i =efecto del i -ésimo tratamiento, $\delta_{j(i)}$ =error aleatorio asociado con el j -ésimo animal dentro del i -ésimo tratamiento, P_k =efecto del k -ésimo tiempo, $(tP)_{ik}$ =interacción tiempo*tratamiento, ε_{ijk} =error aleatorio asociado con el k -ésimo peso dentro del j -ésimo animal (Herrera y García, 2014).

Para el peso al nacimiento se usó un Diseño completamente al azar con Análisis de Varianza con PRC de GLM de SAS (Herrera y García, 2014), Con el modelo asociado:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde: Y_{ij} =es la j -ésima respuesta debida al i -ésimo tratamiento, μ =es la media general, t_i =es el efecto del i -ésimo tratamiento... $i=1, 2, 3, \dots, k$, ε_{ij} =es el error experimental con $\sim N(\mu, \sigma^2)$. Para determinar el grado de asociación entre el Selenio en suero sanguíneo de ovejas y corderos se hizo un análisis de coeficiente de correlación de Pearson (Herrera y García, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración de Selenio en suero sanguíneo de ovejas (Cuadro 1) entre los grupos en estudio evidenciaron aumento en ovejas tratadas con SeMet el día 25 ($P < 0.05$), y coincide con lo mencionado por Carlson et al., (2009) y Stewart et al., (2012). La concentración sérica de Selenio en corderos a los seis días de edad no indicó diferencia, mientras que a los 25 días de vida se observó diferencia predominando la concentración media de Selenio en



Figura 3. Pesaje de corderos hijos de ovejas con SeMet y sin SeMet.

corderos Sin SeMet (Figura 4), este resultado coincide con lo mencionado por Church (1993), quien indica que el Selenio alcanza mayores concentraciones en corderos y terneros alimentados con dietas que contienen Selenio natural (cita maíz cultivado en Dakota del sur) que cuando el mismo nivel de Selenio es proporcionado mediante la complementación en la dieta, así mismo, indica que la proporción de Selenio adicionado en la dieta y que es transferido a la leche desciende al aumentar el consumo de Selenio por la madre.

El coeficiente de correlación de Pearson (-0.99604 , $P < .0001$), no evidenció correlación entre las concentraciones de Selenio en suero sanguíneo de ovejas y de corderos a los 25 días de vida del cordero, lo que se refleja en los resultados de ganancia de peso de los corderos (Figura 5).

La tendencia de peso al nacimiento en grupo con SeMet de este estudio es superior a la media del grupo sin

Cuadro 1. Concentración de Selenio en suero sanguíneo de ovejas con adición de Selenometionina (SeMet) en la dieta y en suero sanguíneo de sus corderos (ppm).

Variable	Sin SeMet		Con SeMet	
	Día (^a 0, ^b 6)	Día 25	Día (^a 0, ^b 6)	Día 25
	Media± ³ DE	Media± ³ DE	Media± ³ DE	Media± ³ DE
Selenio en suero sanguíneo de oveja ¹ (día ^a 0 Y 25)	0.215±0.015	0.044±0.015	0.180±0.017	0.301±0.015
Selenio en suero sanguíneo de cordero ² (día ^b 6 y 25)	0.222±0.011	0.610±0.014	0.251±0.014	0.401±0.013

¹Muestras tomadas los días ^aceros que es un día previo al inicio del tratamiento y día veinticinco del tratamiento; ²Muestras tomadas el día ^bseis y veinticinco de vida del cordero; ³Desviación estándar.

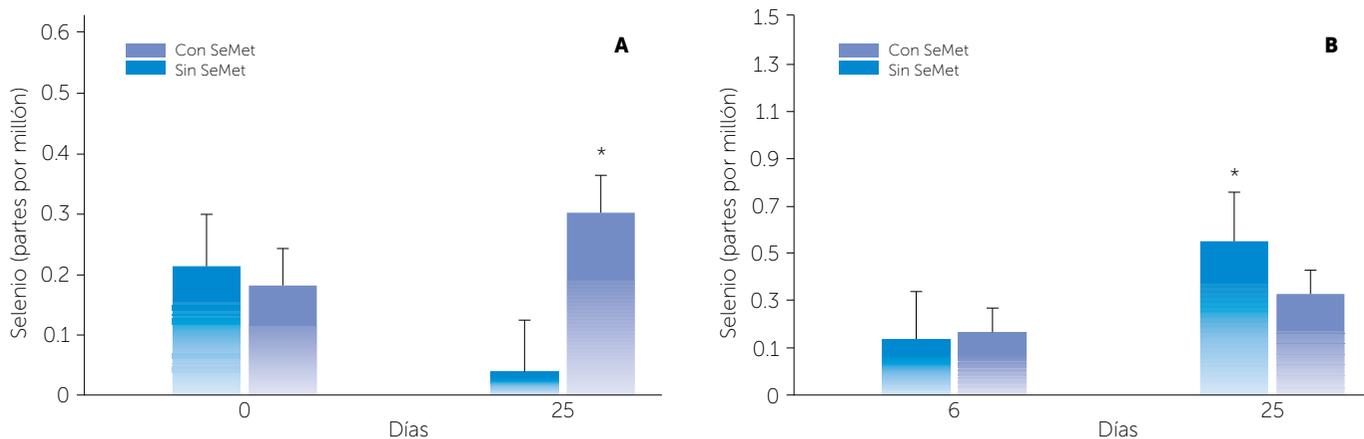


Figura 4. A: Concentración media de Selenio sérico de ovejas gestantes a 0 y 25 días de complementación en la dieta con 300 mg de selenometionina. B: Concentración sérica en corderos nacidos de A, a seis días y 25 días de nacidos. Con SeMet=grupo de ovejas que recibieron 300 mg de selenometionina. Sin SeMet=grupo de ovejas testigo.

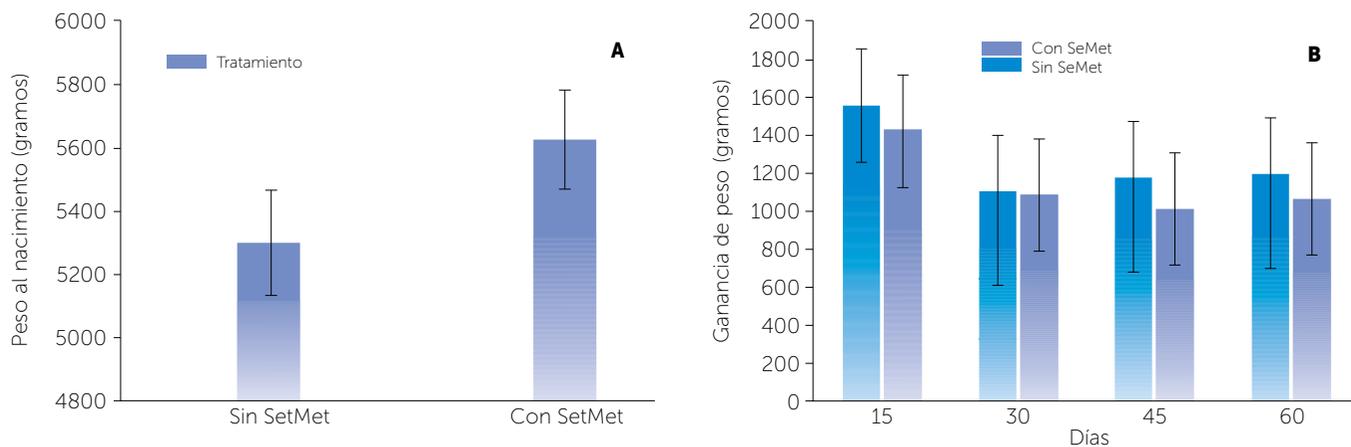


Figura 5. A: Peso al nacimiento y B: Ganancia de peso a 15, 30, 45 y 60 días de edad de corderos cuyas madres recibieron complementación en la dieta con 300 mg de selenometionina (SeMet). Con SeMet=grupo de ovejas que recibieron 300 mg de selenometionina y Sin SeMet=grupo de ovejas testigo.

SeMet (Cuadro 2) y también es superior a lo reportado por Neville *et al.* (2010) de 3.5 vs 5.6 kg (Figura 6).

En éste experimento, no obstante al análisis estadístico reflejó diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$). La ganan-

cia de peso de los corderos fue similar a lo reportado por Neville *et al.*, (2010) y Resendiz *et al.* (2012), este análisis estadístico muestra una diferencia significativa para el factor tiempo ($P < 0.05$), lo que no sucede para el factor tratamiento y la interacción tiempo por tratamiento ($P > 0.05$).

Cuadro 2. Peso al nacimiento y ganancia de peso de corderos a los quince, treinta, cuarenta y cinco, y sesenta días de edad cuyas madres fueron adicionadas con Selenometionina (SeMet) en la dieta.

Tratamiento	Peso al Nacimiento (g)	Ganancia de peso (g)			
		Día 15	Día 30	Día 45	Día 60
	Media \pm ^a DE				
^b Sin SeMet	5304 \pm 1181	1570 \pm 220	1108 \pm 243	1185 \pm 447	1200 \pm 623
^c Con SeMet	5623 \pm 990	1435 \pm 712	1091 \pm 404	1020 \pm 234	1070 \pm 669

^aDesviación estándar; ^bOvejas testigo; ^cOvejas con adición de selenometionina.



Figura 6. Corderos hijos de ovejas complementadas con SeMet y sin SeMet.

CONCLUSIONES

La respuesta a la complementación de Selenio en ovejas es variable y frecuentemente contradictoria. El suministro de SeMet a ovejas gestantes en dosis de 0.20 mg kg⁻¹ afecta positivamente la concentración de Selenio en suero sanguíneo pero no la ganancia de peso al destete de sus corderos. El tratamiento con SeMet a ovejas gestantes no afecta el peso al nacimiento de sus corderos. A los 25 días de vida del cordero no hay correlación entre la concentración de Se en suero sanguíneo de ovejas y de corderos.

LITERATURA CITADA

Carlson D.B., Reed J.J., Borowicz P.P., Taylor J.B., Reynolds L.P., Neville T.L. 2009. Effects of dietary selenium supply and timing of nutrient restriction

during gestation on maternal growth and body composition of pregnant adolescent ewes. *J. Anim. Sci.* 87: 669-680.

Carmona-Fonseca J. 2010. Selenio en suero y plasma: epidemiología y valores de referencia. *Rev Panam Salud Pública.* 28 (5): 388-398.

Church D.C. 1993. El rumiante fisiología digestiva y nutrición. Editorial Acribia S. A. de C. V. Zaragoza, España. P 427-438.

De la Cruz R.J., Josefina H.S., Agallo C.A. 2013. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, Estado de México, Chiautla [en línea]. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15028a.html>. [consulta: 5 febrero 2015].

England J. 2009. Visual aids to increase the awareness of condition scoring of sheep a model approach. Department of Agriculture and Food, Western Australia. *Farming Systems J.* 5 (1): 185-190.

Estrada B.J. 2013. Manual de prácticas de parasitología. Unidad de aprendizaje de

parasitología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México. pp 25-27.

Ghany H.A., Lopez A.R., Revilla V.A., Ramirez B.E., Tortora P.J. 2007. The relationship between fetal and maternal selenium concentrations in sheep and goats. *Small Rumin. Res.* 73: 174-180.

Garmin eTrex H. (2007). Global positioning system "GPS" Garmin eTrex H. © 2007 Garmin Ltd. Garmin International, Inc.

Hall J.A., Gobe G., Vorachek W.R., Estill Ch.T., Mosher W.D., Pirelli G.J. 2014. Effect of supranutritional maternal and colostral selenium supplementation on passive absorption of immunoglobulin G in selenium-replete dairy calves. *J. Dairy Sci.* 97: 4379-4391.

Hammer C.J., Thorson J.F., Meyer A.M., Redmer D.A., Luther J.S., Neville T.L. 2011. Effects of maternal selenium supply and plane of nutrition during gestation on passive transfer of immunity and health in neonatal lambs. *J. Anim. Sci.* 89: 3690-3698.

Herrera H.J., García A.C. 2014. Bioestadística en ciencias veterinarias procedimientos de análisis de datos con SAS. Ed. Universidad Complutense de Madrid. (2ª Ed). Madrid, España. P. 251

Lekatz L.A., Ward M.A., Borowicz P.P., Taylor J.B., Redmer D.A., Grazul-Bilska A.T. 2010. Cotyledonary responses to maternal selenium and dietary restriction may influence alterations in fetal weight and fetal liver glycogen in sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 117: 216-225.

Meyer A.M., Reed J.J., Neville T.L., Thorson J.F., Maddock-Carlin K.R., Taylor J.B. 2011. Nutritional plane and selenium supply during gestation affect yield and nutrient composition of colostrum and milk in primiparousewes. *J. Anim. Sci.* 89: 1627-1639.



- Minitab. 2003. Software, MINITAB 14. State College Pennsylvania. Minitab Inc. para Version de prueba actual: http://www.minitab.com/es-mx/products/minitab/?WT.srch=1&WT.mc_id=SE1855&gclid=CO31zLaQnckCFZOBaQodEkwKCA
- Miranda S.G., Wang Y.J., Purdie N.G., Osborne V.R., Coomber B.L., Cant J.P. 2009. Selenomethionine stimulates expression of glutathione peroxidase 1 and 3 and growth of bovine mammary epithelial cells in primary culture. *J. Dairy Sci.* 92: 2670-2683.
- Neve J. 1992. Clinical implications of trace elements in endocrinology. *Biol. Trace Elem. Res.* 32: 173-185.
- Neville T.L., Caton J.S., Hammer C.J., Reed J.J., Luther J.S., Taylor J.B. 2010. Ovine offspring growth and diet digestibility are influenced by maternal selenium supplementation and nutritional intake during pregnancy despite a common postnatal diet. *J. Anim. Sci.* 88: 3645-3656.
- Rayman M.P., Goenaga I.H., Sargent M. 2008. Food-chain selenium and human health: spotlight on speciation. *British J. of Nutri.* 100: 238-225.
- Resendiz H.M., Barcena G.J., Crosby G.M., Cobos P.J., Herrera H.J., Hernández G.P. 2012. Efecto del selenio y cromo orgánicos, *saccharomyces cerevisiae* en la degradación in situ de la dieta, fermentación ruminal y crecimiento de borregos. *Agrociencia* 46: 745-755.
- Revilla V.A., Ramírez B.E., López A.R., Hernández C.M., Tortora P.J., García G.E. 2008. Suplemento de selenio con bolos intrarruminales de selenito de sodio en ovinos. *Agrociencia* 42: 629-63.
- Senger P.L. 2003. Pathways to pregnancy and parturition. Second revised edition. Ed. Current conceptions Inc. pp: 304-32.
- Silva P.T. 2012. Digestión en horno de microondas para determinación de contenido de hierro y zinc totales en alimentos. *Tecnología en marcha.* 25(3): 96-100.
- Stewart W.C., Bobe G., Vorachek W.R., Pirelli G.J., Mosher W.D., Nichols T. 2012. Organic and inorganic selenium: II. Transfer efficiency from ewes to lambs. *J Anim. Sci.* 90: 577-584.
- Wu G., Imhoff-Kunsch B., Girard A.W. 2012. Biological mechanisms for nutritional regulation of maternal health and fetal development. *Paediatric and Perinatal Epidemiol.* 26 (1): 4-2.
- Zarczynska K., Sobiech P., Radwinska J., Rekawek W. 2013. Effects of selenium on animal health. *J. Elem. s.* 329-340.



CAMBIOS ESTACIONALES EN LA DIETA DEL VENADO BURRA (*Odocoileus hemionus* Crooki) EN MATORRAL DESÉRTICO CHIHUAHUENSE

SEASONAL CHANGES IN THE MULE DEER (*Odocoileus hemionus* Crooki) DIET IN CHIHUAHUAN DESERT SHRUB

Olivas-Sánchez, M. P.^{1*}; Vital-García C.²; Flores-Márquez J.P.³; Quiñonez-Martínez M.⁴; Clemente-Sánchez F.⁵

^{1,3,4} Programa de Biología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez Anillo Envoltente y Estocolmo s/n Colonia Progresista CP 32310 AP 1729-D Cd. Juárez, Chihuahua México. ² Programa de Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Anillo Envoltente y Estocolmo s/n Colonia Progresista CP 32310 AP 1729-D Cd. Juárez, Chihuahua México. ⁵ Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide No. 73, 78600 Centro Salinas, San Luis Potosí, México.

***Autor de correspondencia:** polivas@uacj.mx

RESUMEN

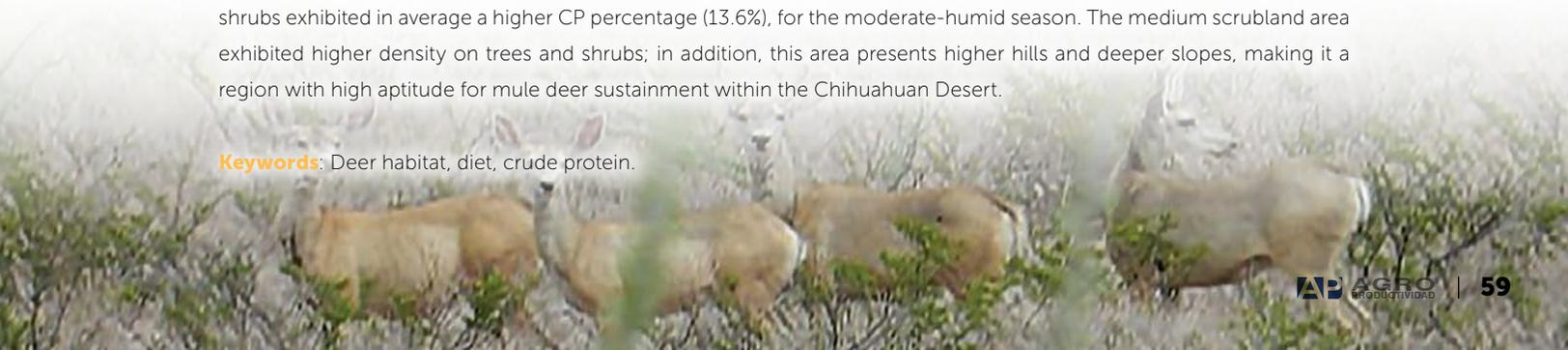
El Desierto Chihuahuense (DC) impone restricciones específicas para las poblaciones de venado bura (*Odocoileus hemionus* Crooki) en cuanto a la disponibilidad y calidad de alimento y juegan un papel importante en su sobrevivencia en el desierto. En este estudio se valoraron los cambios en la dieta del venado bura en una zona ubicada en una región del DC en una zona que exhibe diferentes tipos de vegetación tales como, matorral mediano subinerme y pastizal amacollado. Se evaluaron cambios en la composición de la dieta del venado, proteína cruda (PC) en las plantas, así como, la frecuencia vegetal en tres épocas del año: templado-seco, templado-húmedo y frío-seco, durante los años 2012 y 2013. Se determinó que las plantas suculentas y árboles-arbustos, son los principales componentes de la dieta del venado; y la categoría de árboles-arbustos presentó mayor porcentaje de PC (13.6%) durante la temporada templado-húmedo y sugiere que el venado selecciona su dieta para maximizar el consumo de PC. La zona de matorral mediano subinerme exhibió mayor cantidad de árboles y arbustos, además de presentar mayores pendientes, por lo que se considera que esta zona dentro del DC tiene mejor aptitud para el sostenimiento del venado.

Palabras claves: Hábitat, venado, dieta, proteína cruda.

ABSTRACT

The Chihuahuan Desert presents specific constrains for mule deer (*Odocoileus hemionus*) populations; given that mule deer are large herbivores, both forage quality and quantity play an important role in the species survival in the desert. The aim of the present study was to evaluate habitat condition of an area where mule deer inhabit. This zone, located in a region of the Chihuahuan Desert exhibits different types of dominant vegetation (medium scrubland and grassland). Vegetation percent cover, diet composition and forage nutritional value, with crude protein content (CP), were evaluated for different vegetation types in three annual seasons: moderate-dry, moderate-humid and cold-dry, during 2012 and 2013. We classified forages into three categories: trees-shrubs, grasses-herbs, and succulents. The results show diet composition changes during annual seasons, with succulents as well as tree-shrubs as the principal components. Trees-shrubs exhibited in average a higher CP percentage (13.6%), for the moderate-humid season. The medium scrubland area exhibited higher density on trees and shrubs; in addition, this area presents higher hills and deeper slopes, making it a region with high aptitude for mule deer sustainment within the Chihuahuan Desert.

Keywords: Deer habitat, diet, crude protein.



INTRODUCCIÓN

La dieta del venado bura (*Odocoileus hemionus*) es extremadamente variada (Geist 1981; Hanley, 1997), y se distribuye en gran variedad de hábitats. El bura es clasificado como oportunista y selectivo concentrador, es decir, que su dieta responde a las oportunidades que le brinda el ecosistema, su dieta es alta en nutrimentos, tolerando solo bajas cantidades de fibra haciendo que seleccionen fragmentos con baja cantidad de fibra en la plantas ingeridas. La satisfacción de las demandas nutrimentales en el Desierto Chihuahuense (DC) para el bura, implican un reto y exigen zonas que puedan ofrecer forraje de buena calidad para optimizar el consumo de energía y nutrimentos. En este sentido, el venado bura del desierto, *O. hemionus*, encara problemas debido a la falta del hábitat adecuado para su sostenimiento (Baker, 1956; Sánchez-Rojas y Gallina, 2000), ya que históricamente su hábitat lo constituía todo el DC, que incluye la parte sureste de Nuevo México, Arizona y Texas, así como parte del estado de Chihuahua, Coahuila, San Luis Potosí, noreste de Hidalgo, Durango, Zacatecas y Nuevo León (Shreve, 1942). Sin embargo en las últimas décadas, se ha observado una disminución en sus poblaciones, así como, deterioro del hábitat afectado por la ganadería, agricultura (DeFries *et al.*, 2007) y cacería ilegal. Algunos autores los han considerado en peligro de extinción para la región del DC (Webber y Galindo, 2005).

El venado bura presenta una dieta muy amplia y variada, la cual se adapta a la disponibilidad vegetal y al cambio con las estaciones del año (Hanley, 1997). Diversos estudios han registrado que su dieta puede cambiar exclusivamente de pastos y hierbas a incluir principalmente arbustos en respuesta a factores extrínsecos (Geist, 1981). Sin embargo si la calidad de la dieta desciende por debajo de un umbral, el venado podría no satisfacer sus requerimientos básicos y a movilizar sus reservas perdiendo peso (Gates y Hudson, 1981). Es por ello que el monitoreo de la calidad de la dieta puede ofrecer un diagnóstico ideal del bienestar de la población (Garín *et al.*, 2001). La selección de áreas para pastoreo depende, en el caso del venado bura de la calidad del forraje, ya que por su talla y el tamaño su rumen requiere que el forraje sea de alta calidad (deVos *et al.*, 2003), donde la cobertura vegetal, agua, espacio y pendiente del terreno tienen una función importante (Fulbright y Ortega, 2007); y se presume que el bura selecciona áreas con pendiente mayor a 5° debido a su estrategia de escape a depredadores (Ordway y Krausman, 1986). Con base

en lo anterior, se determinó la adaptación de la especie a través de identificar cambios de la composición de su dieta en relación a las estaciones del año, usando como parámetro el contenido de proteína cruda a través de la determinación de nitrógeno total en plantas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se ubicó en el municipio de Aldama, Chihuahua, México con una extensión de 10 000 ha, en El Rancho Los Gemelos, ubicado dentro de la región subcentral del Desierto Chihuahuense (Granados-Sánchez *et al.*, 2011), constituida por extensas planicies áridas y semiáridas entremezcladas con áreas no desérticas (montañas aisladas), donde las asociaciones de vegetación xerofíticas se mezclan con vegetación de matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral mediano subinermes, pastizal amacollado abierto y pastizal halófito (COTECOCA, 1978). La zona presenta características fisiográficas y edáficas heterogéneas y la altitud media oscila entre 1344 a 1545 m (INEGI, 2010).

Composición vegetal. Se estimó la disponibilidad vegetal en términos de frecuencia (%) de cada especie. Se muestreo la vegetación registrando cada 0.5 m la presencia o ausencia de las especies vegetales. Se colectaron plantas en dichos transectos para su determinación taxonómica y realización de laminillas para elaborar la colección de referencia. Las plantas se clasificaron en tres tipos de forraje: árboles-arbustos, pastos-hierbas y suculentas. Se calculó el porcentaje de cada planta ($\% = \text{No. de registros de cada planta} / \text{No. de registros} \times 100$).

Composición de la dieta. Las excretas se recolectaron frescas en los transectos establecidos, se congelaron (-10°C) y fueron analizadas por el método de micro histología (Sparks y Malechek, 1968; Alipayo *et al.*, 1992) preparando una muestra compuesta, que consistió de 15 grupos fecales por temporada durante los años 2012 y 2013, con un total de doce muestras compuestas. De cada muestra compuesta se identificaron los fragmentos de plantas residuales y se expresó la composición de la dieta en porcentajes de densidad relativa por especie o género de planta (cinco laminillas por temporada con lectura de 20 campos, total 100 campos en cada muestra compuesta).

Determinación de proteína cruda. Se determinó el porcentaje de nitrógeno total, en las plantas recolectadas en los transectos, utilizando el método Kjeldahl (Bremner y Mulvaney, 1982). Con los resultados obtenidos

de nitrógeno total (NTK) se aplicó 6.25 como factor de conversión a porcentaje de proteína cruda (PC) (Ramírez-Lozano, 2004).

Análisis estadísticos. Se llevaron a cabo tres análisis estadísticos utilizando el paquete estadístico SPSS (versión 19). El primer análisis consistió en comparar la variación de la dieta por temporada; el segundo en un análisis sobre el contenido de proteína cruda estimada, y un análisis sobre el porcentaje de frecuencia vegetal, considerando el cambio entre temporadas, para todos los casos se ejecutó un análisis de varianza por grupos de forraje: árboles-arbustos; pastos-hierbas; suculentas, y por época anual (frío-seco (diciembre- marzo), templado-seco (abril-junio), templado-húmedo (julio-noviembre)).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición de la dieta del venado determinada a través del método de microhistología comprendió 25 especies para todas las temporadas (Cuadro 1). Los resultados mostraron que la temporada frío-seco (diciembre-marzo) fue con distri-

bución homogénea del consumo de los forrajes, porcentajes se distribuyeron casi proporcionalmente entre los grupos de forraje para las tres categorías. Sin embargo los árboles-arbustos exhibieron el mayor porcentaje (36%). Los pastos-hierbas mostraron 28.5% y las suculentas 28%. Para la época templado-seco (abril-Junio) las plantas suculentas (especialmente el género *Opuntia* sp.), fueron el principal componente (87%), 5.2% para árboles-arbustos y 6.4% para pastos-hierbas, mientras que para a temporada templado-húmedo (julio-noviembre) los pastos-hierbas mostraron el valor más alto (53%), seguido de árboles-arbustos (30%) y suculentas con 12%.

Los resultados del contenido de proteína cruda (PC) entre épocas del año por grupos de forraje sugiere que los pastos-hierbas mostraron diferencias significativas entre la temporada templado-húmedo y la temporada templado-seco (N=43; F=3.505; P=0.040) con valores 11% de PC en la temporada templado-húmedo y 5.9% de PC en la temporada templado-seco. Las suculentas mostraron diferencias significativas

entre épocas templado-húmedo respecto a las otras dos (templado-seco y frío-seco) (N=27; F=4.832, P=0.017), registrando valores promedios de PC de 7.7% en templado-húmedo, 4.4% en templado-seco y 3.7% para frío-seco. Los árboles y arbustos no exhibieron diferencias significativas en PC entre temporadas (N=34; F=2.628; P=0.090) (Cuadro 2).

La variación estacional del contenido de nutrientes en el forraje obedece a los ciclos de crecimiento de las plantas (White, 1992), y la calidad del forraje depende de las condiciones del hábitat y clima, mostrando ser mejor durante la primavera y el verano, decreciendo a finales del verano y principios del otoño (Van Soest, 1994). Los resultados coinciden con lo esperado, ya que todos los grupos de forraje presentaron en promedio en la temporada templado-húmedo los valores más altos de proteína cruda (Cuadro 2).

Los árboles-arbustos fueron el grupo de forraje que presentó los valores promedio más elevados de PC, especialmente para la temporada

Cuadro 1. Especies vegetales registradas como parte de la dieta del venado bura (*Odocoileus hemionus* Crooki) en una zona de matorral desértico en Chihuahua, México.

Árbol-Arbusto	Pasto-Hierba	Suculenta
<i>Acacia berlandieri</i> Benth.	<i>Acalypha</i> sp.	<i>Ephedra trifurca</i> Torr. ex S.Watson
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	<i>Aristida divaricata</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	<i>Opuntia leptocaulis</i> DC.
<i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC.	<i>Bouteloua barbata</i> Lag.	<i>Opuntia</i> sp.
<i>Celtis pallida</i> Torrey	<i>Bouteloua gracilis</i> (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths.	<i>Yucca elata</i> (Engelm.) Engelm.
<i>Chilopsis linearis</i> (Cav.) Sweet	<i>Brassica</i> sp.	
<i>Flourensia cernua</i> DC.	<i>Croton</i> sp.	
<i>Fouquieria splendens</i> Engelm.	<i>Croton texensis</i> (Klotzsch) Müll. Arg.	
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berl.) I.M.Johnst.	<i>Cyperus</i> sp.	
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	<i>Ditaxis serrata</i> (Torr.) A. Heller	
<i>Quercus</i> sp.	<i>Erioneuron pulchellum</i> (Kunth) Tateoka.	
<i>Rhus microphylla</i> Engelm. ex A. Gray		
<i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) G. Don		

Cuadro 2. Medias de los porcentajes de proteína cruda por temporada por grupo de forraje del Rancho los Gemelos, Chihuahua, México.

Temporadas anuales	Arboles-arbustos PC (%)	Pastos-hierbas PC (%)	Suculentas PC (%)
Templado-seco	10.07 ^a	5.92 ^{ab}	4.39 ^a
Templado-húmedo	13.58 ^a	11.10 ^b	7.73 ^b
Frío-seco	11.10 ^a	7.98 ^a	3.70 ^a

* Medias seguidas por la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha=0.05$).

templado-húmedo (PC=13.6%), siendo la especie *Prosopis glandulosa* (mezquite) la de mayor valor (22%), y los valores más bajos en las suculentas en la temporada frío-seco (PC=5.1%) (Figura 1, 2).

Estudios sobre nutrición de otras especies de venado (*Odocoileus virginianus*) (Ramírez-Lozano, 2004) al nor-este de México en áreas desérticas, del matorral espinoso tamaulipeco, destacan que una dieta menor a 7% de PC por periodos largos puede conducir a la desnutrición y muerte. Los requerimientos de PC varían en relación al estadio de crecimiento del venado y en relación al sexo. Se ha registrado que para recién nacidos es 16%, hembras preñadas y durante la lactancia (17%), mientras que el macho adulto podría requerir más PC durante el desarrollo de las astas durante el verano y otoño, se considera que para un crecimiento óptimo de las mismas es necesario consumir 15% en la dieta. Considerando que las especies de árboles-arbustos y pastos-hierbas, consumidas por el venado bura en la zona durante las tres estaciones anuales contienen valores de PC de entre 7% a 21%, se asume que la calidad de dieta es buena.

Durante la época templado-húmeda se observó que los componentes principales de la dieta son pastos y hierbas, este grupo ofrece contenido promedio PC de 11%. Estudios han demostrado que el venado prefiere pastos cuando están verdes y suculentos (Taber *et al.*, 1958; Mackie *et al.*, 2003). Sin embargo conforme el pasto y

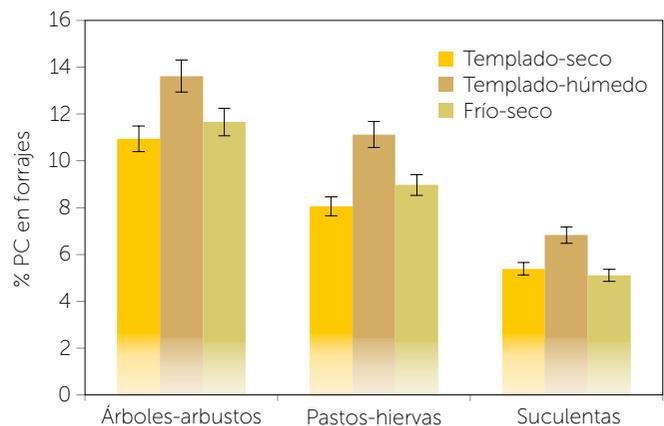


Figura 1. Valores promedio de los porcentajes de proteína cruda por grupos de forrajes y por temporada anual (+/- ES).



Figura 2. A: Macho y hembra de venado Bura (*Odocoileus hemionus* Crooki) en matorral mediano subinermé. B: Venados bura en matorral desértico en Chihuahua, México.

hierbas se secan, la dieta del venado cambia. Los presentes resultados muestran que durante la temporada templado-seca la dieta del venado bura en el DC se compone principalmente por suculentas a pesar de que éstas presentan valores de PC inferiores a 7%. Severson y Carter (1978) establecieron que el bura prefiere consumir otras especies de plantas, frutos, flores y hongos que le proporcionan suficiente PC, por ejemplo, las flores de *Fouquieria splendens* (ocotillo), que contienen 12% de PC. Finalmente durante la temporada frío-seco no se observó ningún componente principal en la dieta, sin embargo, la frecuencia de árboles-arbustos con valores de 11% de PC sugiere que aportan un nivel óptimo para la dieta.

En relación a la comparación del cambio en la cobertura vegetal, el análisis de varianza entre épocas, mostró diferencias entre frío-seco y templado-húmedo para la categoría de pastos-hierbas ($N=26$, $F=3.636$, $P=0.042$). Los árboles-arbustos ($N=23$, $F=0.414$, $P=0.666$) y suculentas ($N=26$, $F=0.261$, $P=0.772$) no mostraron diferencias significativas. La temporada frío-seco mostró los menores valores promedios para pastos-hierbas (0.4%) en relación a la temporada templado-húmedo (29%). Estudios sugieren que por lo general, el venado prefiere áreas con mayor densidad vegetal, ya que representa mayor protección a la depredación (Nicholson *et al.*, 2006; Pierce *et al.*, 2004) y ayuda a la termorregulación (Bowyer *et al.*, 1998), además de representar hábitats con alta calidad de alimento (Hanley, 1997), reflejando que el venado requiere varias comunidades de plantas a lo largo del año.

CONCLUSION

Los cambios estacionales en la dieta del venado bura en el Desierto Chihuahuense responden a cambios extrínsecos tales como, clima y calidad del forraje. Los resultados sugieren que el venado selecciona la dieta que le ofrece mayor PC a través del año, y a pesar de los retos y cambios de uso de suelo el DC ofrece forraje con niveles sostenibles para poblaciones de venado bura, el cual depende de diferentes comunidades vegetales que le brinden buena calidad nutrimental. Sin un hábitat adecuado, el venado puede hacer decisiones de forrajeo en el que no obtiene sus requerimientos nutricionales. Estas decisiones se relacionan con la composición de plantas, fenología vegetal y densidad de población. Por lo que se sugiere el cuidado de mosaicos de comunidades vegetales compuestas principalmente de árboles, arbustos y plantas suculentas, sobre todo en épocas de frío y sequía.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto Socio-ecología de venado bura en Chihuahua, financiado por PROMEP y a la UACJ. Agradecemos así mismo a A. A. Álvarez Calahorra y a todos los estudiantes colaboradores en el muestreo de campo y actividades de laboratorio.

LITERATURA CITADA

- Alipayo D., Valdez R., Holeček J.L., Cardenas M. 1992. Evaluation of Microhistological analysis for determining ruminant diet botanical composition. *Journal of Range Management* 45, 148-52.
- Baker R.H. 1956. *Mammals of Coahuila, Mexico* (Vol. 9, No. 7). University of Kansas.
- Bremner L., Mulvaney C. 1982. Total nitrogen. *In: Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties.* Miller R.H., Keeney D.R. (Ed). Wisconsin. Pp 595- 634
- Bowyer R., Kie T, Van Ballenberhe V. 1998. Habitat selection by neonatal black-tailed deer: climate, forage or risk of predation? *Journal of Mammalogy* 79:415-425.
- COTECOCA. 1978. Comisión Técnico Consultiva para la determinación regional de los coeficientes de agostadero. Chihuahua. SARH. 151p.
- DeFries R., Hansen A., Turner B.L., Reid R., Liu, J. 2007. Land use change around protected areas: management to balance human needs and ecological function. *Ecological applications* 17 (4): 1031-38
- deVos Jr. C.M., Conover R., Headrick N.E. 2003. *Mule Deer conservation: Issues and management strategies.* Berryman Institute Press. Utah State University. 239 p.
- Fulbright T., Ortega S.A. 2007. *Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca.* Texas A & M University Press. USA. 265 p.
- Garin I., Aldezabal A., García-González R., Aihartza J.R. 2001. Composición y calidad de la dieta del ciervo (*Cervus elaphus* L.) en el norte de la Península Ibérica. *Animal Biodiversity and Conservation* 24 (1): 53-63
- Gates C., Hudson R. 1981. Weight dynamics of wapiti in boreal forest. *Acta Theriologica* 26, 407-18.
- Geist V. 1981. Behavior: adaptive strategies in mule deer. Lincoln, NE. *In Mule and black-tailed deer of North America.* Wallmo O.C. (Ed.). University of Nebraska. Pp. 157-224.
- Granados-Sánchez D., Sánchez-González A., Granados V., Linnx R., Borja de la Rosa A. 2011. Ecología de la Vegetación del Desierto Chihuahuense. *Redalyc. Revista Chapingo. Serie Ciencias forestales y del ambiente* 17: 111-30.
- Hanley T.A. 1997. A Nutritional View of Understanding and Complexity in the Problem of Diet Selection by Deer (Cervidae). *Oikos* 79 (2): 209-18
- INEGI. 1999. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Carta topográfica. Aldama. Escala 1:50 000. Clave H13C57
- INEGI. 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Compendio de información geográfica municipal. Aldama. Chihuahua.
- Mackie R.J. 1981. Interspecific relationships. *In Mule and black-tailed deer of North America.* Lincoln, NE. Wallmo O.C. (Ed.). University of Nebraska Pp. 487-508.

- Mackie R.J., Kie J.G., Pac D.F., Hamlin K.L. 2003. Mule deer (*Odocoileus hemionus*). In: Wild mammals of North America: Biology, management, and conservation. 2nd. Thompson B.C. Feldhamer G.A., Chapman J.A. (Ed.). Baltimore, MD. Johns Hopkins, University Press. Pp. 889-905.
- Nicholson M.C., Bowyer R.T., Kie J.G. 2006. Forage selection by mule deer: does niche breadth increase with population density? *Journal of Zoology* 269: 39-49
- Ordway L.L., Krausman P.R. 1986. Habitat use by desert mule deer. *Journal of Wildlife Management* 50: 677-83.
- Parker K.L., Barboza P.S., Gillingham M.P. 2009. Nutrition integrates environmental responses of animals. *Functional Ecology* 23: 57-69.
- Pierce B., Bowyer R., Bleich V. 2004. Habitat selection by mule deer: forage benefits or risk of predation? *Journal of Wildlife Management* 68: 533-541
- Ramírez-Lozano R.G. 2004. Nutrición del Venado Cola Blanca. Universidad Autónoma de Nuevo León. Unión Ganadera Regional de Nuevo León, Fundación Produce Nuevo León, A.C. Monterrey, 240 p.
- Sánchez-Rojas G., Gallina S. 2000. Mule deer (*Odocoileus Hemionus*) density in a landscape elemnet on the Chihuahua Desert, Mexico. *Journal of Arid Environments* 44: 357-368
- Severson K.E., Carter A.V. 1978. Movement and habitat use by mule deer in the northern great plains, South Dakota. In: Proceedings of the 1st international rangelands congress. Hyder D.N. (Ed.). Denver, CO. Society for Range Management. Pp. 466-68.
- Shreve F. 1942. The desert vegetation of North America. *Botanical Review* 8:195-246
- Sparks D., Malechek J. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal Rangeland Management* 21: 264-65
- Taber R.D., Dasmann R.F. 1958. The black-tailed deer of the chaparral: Its life history and management in the north Coast Range of California. In: Game Management Branch. Department of Fish and Game (Ed.), Game Bulletin No. 8. Sacramento, CA, State of California. 166 p.
- Van Soest P.J. 1994 Nutritional ecology of the ruminant (Secon edition) Cornell University. Ithaca, New York, USA
- Webber M., Galindo-Leal C. 2005. Wapiti, *Cervus Canadensis*. En: Los mamíferos silvestres de México. Ceballos G. y Oliva G. (Ed.). CONABIO y Fondo de Cultura Económica. México DF. Pp. 510-511
- White R.G. 1992. Nutritional in relation to season, lactation, and growth of north temperate deer. In *The biology of deer*. Brown R.D. (Ed.). Springer-Verlag Press. New York, USA. Pp 407-418.
- Zweifel-Schielly B., Leuenberger Y., Kreuzer M., Suter W. 2012. A herbivore's food landscape: seasonal dynamics and nutritional implications of diet selection by a red deer population in contrasting Alpine habitats. *Journal of Zoology* 268: 68-80.



CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA CABRA CRIOLLA (*Capra hircus*) EN EL CENTRO DE VERACRUZ

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF CREOLE GOATS (*Capra hircus*) IN CENTRAL VERACRUZ

Lozada-García, J.A.^{1*}; Carmona-Hernández, O.¹; Torres-Pelayo, V.R.¹; Fernández, M.S.¹; López del Castillo-Lozano, M.²

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

***Autor de correspondencia:** alozada@uv.mx

RESUMEN

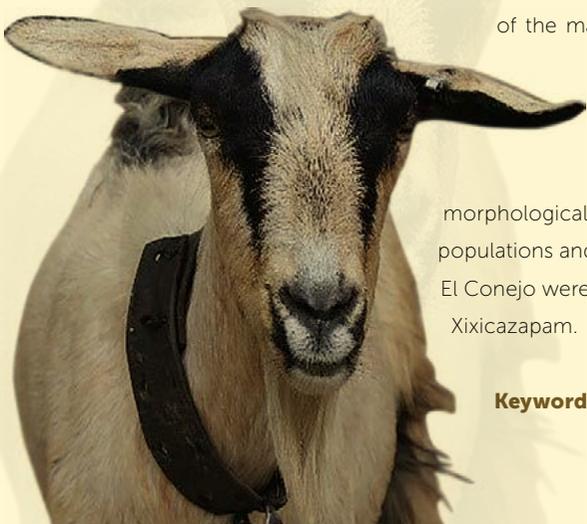
Se evaluó la diversidad de la cabra criolla (*Capra hircus*) de la región central del estado de Veracruz, México, mediante un análisis morfométrico de cinco hatos de hembras caprinas en las comunidades de El Conejo, Los Pescados, Tlalchi, Atecaxil y Xixicazapam y se contrastaron con dos razas de aptitud lechera (Alpina y Saanen). Los resultados morfológicos mostraron que las hembras criollas difieren en algunos caracteres respecto a las razas lecheras, sin embargo, comparten rasgos como el tamaño de oreja, dirección y consistencia. El tipo de cráneo recto es más representativo en animales Saanen, Alpinos y criollos. Los cuernos en arco fueron los más comunes para los tres tipos de cabras. La composición de las glándulas mamarias, los tres tipos de ubres fueron los de mayor proporción, siendo los pezones supernumerarios los más comunes en las cabras criollas (14%). Los índices de diversidad fenotípica mostraron que las cabras criollas de El Conejo (IDS 0.524554; H 0.620387) son más diversas que las Saanen (IDS 0.233099; H 0.312196) y Alpina (IDS 0.247131 y H 0.380233). El análisis morfológico mostró que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre poblaciones de criollas y razas lecheras. El clúster mostró tres grupos, en los cuales las criollas de El Conejo fueron más diferentes al segundo grupo compuesto por Tlalchi, Los Pescados y Xixicazapam.

Palabras claves: Chiva, Morfotipos, Variantes locales.

ABSTRACT

The diversity of Creole goats (*Capra hircus*) in the central region of the state of Veracruz, México, was evaluated through a morphometric analysis of five female goat herds in the communities of El Conejo, Los Pescados, Tlalchi, Atecaxil and Xixicazapam, and they were compared with two breeds of milking ability (Alpina and Saanen). The morphological results that the Creole females showed differ in some characters from milking breeds; however, they share features such as size of the ear, direction and consistency. The type of straight cranium is more representative in Saanen, Alpina and Creole animals. The arched horns were the most common for the three types of goats. The composition of the mammary glands, the three types of udders were of greatest proportion, with supernumerary nipples being the most common in Creole goats (14%). The indexes of phenotypical diversity showed that Creole goats from El Conejo (IDS 0.524554; H 0.620387) are more diverse than those from Saanen (IDS 0.233099; H 0.312196) and Alpina (IDS 0.247131 and H 0.380233). The morphological analysis showed that there are significant differences ($P < 0.05$) between Creole populations and milking breeds. The cluster showed three groups, where Creole females from El Conejo were more different than the second group integrated by Tlalchi, Los Pescados and Xixicazapam.

Keywords: Goat, morphotypes, local breeds.



INTRODUCCIÓN

El origen de la cabra criolla mexicana (*Capra hircus*) se remonta al Siglo XVI, cuando los españoles trajeron consigo las primeras razas de cabras, destacando los linajes Murcia, Blanca Céltica o Serrana y Castellana (Mallano, 1997; Medrano, 2000); la mezcla de estas castas dio origen al biotipo denominado criollo no solo en México sino en todo el continente Americano. Al paso de los años las cabras criollas se han desarrollado en zonas muy diversas y agrestes del país, y al igual que en otros lugares del mundo, han despertado un creciente interés debido a su producción de carne, leche, y capacidad adaptativa a condiciones ambientales y alimenticias (Chandan *et al.*, 1992; Aréchiga *et al.*, 2008; Cuchillo *et al.*, 2010). En México el ganado caprino se encuentra distribuido en todo el país, y hasta el año 2000 se tenía un estimado de nueve millones de cabezas (Medrano, 2000). Durante este periodo, los objetivos principales de su crianza fueron la producción de leche y carne; principalmente en el sureste mexicano la crianza se enfocó en este último, siendo el estado Oaxaca el principal productor (Sierra *et al.*, 1997; Hernández, 2010). En el caso del estado de Veracruz la crianza se destina para ambas aptitudes. Sin embargo, a pesar de esto se desconocen los morfotipos de la cabra criolla regional, considerado un importante recurso genético local por representar una fuente de genes importantes por su capacidad de adaptación ambiental. No obstante, estas no están exentas del mejoramiento genético mediante la inclusión de genes de razas productoras de leche o carne según sea el caso, esto hace que se pierdan genes ganados y que muchos animales muestren sensibilidad a ciertas enfermedades por ambiente y manejo (Segura y Montes, 2001; Prieto *et al.*, 2006; Escareño-Sánchez *et al.*, 2011). De acuerdo a FAO (2012) una de las alternativas para conservar la diversidad de los tipos criollos o nativos, es mediante la caracterización morfológica (morfométrica) ayudando así a crear un inventario de las razas autóctonas, con el fin de facilitar su conservación. Con base en lo anterior, se caracterizaron morfométricamente las variantes biológicas de las cabras (*Capra hircus*) autóctonas en cuatro comunidades de Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio de estudio

La montaña central de Veracruz es un conjunto de elevaciones altitudinales donde uno de sus máximos puntos corresponde a 4300 m. La vegetación es principalmente bosque mesófilo de montaña, encinar de media

altitud, bosque de pino-encino, y oyamel en las partes altas; se ubica a 19°42', 19°18' N y 96°45', 97°12' O. Los principales usos del suelo son agricultura de riego, caña, ganadería lechera y café en sus partes intermedias, mientras que en las partes altas es agricultura de temporal. El clima dependiendo de la altura es templado húmedo con lluvias todo el año, templado húmedo con lluvias en verano, templado subhúmedo con lluvias en verano, templado subhúmedo seco y semicálido húmedo (Arellano, 1998; Williams *et al.*, 2002; García *et al.*, 2008; Carvajal-Hernández 2014).

Variables Morfológicas

Se analizó una muestra de 114 hembras elegidas al azar de las cuatro comunidades de la región central del estado de Veracruz; de las cuales 84 fueron cabras criollas. 15 cabras fueron ubicadas en la localidad de El Conejo, 19 en Los Pescados, 25 en Tlalchi y 14 en Atecaxil. Se evaluaron 27 variables cualitativas las cuales fueron el tamaño de orejas, TO (pequeñas, medianas o grandes), dirección de orejas, DO (erguidas, horizontales o caídas), consistencia de las orejas, CO (rígidas o pendientes), tipo de cuernos, TC (arco, espiral, ausencia u otros), perfil cefálico PR (cóncavo, recto, subconvexo, convexo), tipo de ubre, TU (globosa, abolsada o palillera), dirección de pezones, DP (paralelos o divergentes) y pezones supernumerarios, PS (Sí o No) y la presencia de faneras, FA (mamelas o barbas) (Bedotti *et al.*, 2004; Montes *et al.*, 2013; Deza *et al.*, 2007; Ayed Sourour *et al.*, 2010). Se estimaron frecuencias absolutas y relativas de estas variables (Gómez *et al.*, 2012; Hernández Zepeda *et al.*, 2002; Bedotti, *et al.*, 2004).

Índice de Diversidad Fenotípica

Se estimó el índice de diversidad fenotípica para Tamaño de Oreja, Dirección de Oreja, Consistencia de Oreja, Tipo de Cuerno, Perfil Cefálico, Tipo de Ubre, Dirección de Pezones, Pezones Supernumerarios, Faneras: Mamelas y Barba. El índice de Diversidad Fenotípica de Simpson se estimó mediante la siguiente fórmula:

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

donde IDS =índice de Diversidad de Simpson, N =número total de observaciones de la población respectiva; n_i =número de observaciones para cada categoría S =total de número de categorías para cada carácter. El siguiente índice que se evaluó fue el de Shannon:

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

donde H =índice de Diversidad de Shannon-Weaver, p_i =frecuencia fenotípica. Para ambos índices los valores van en un rango de 0 a 1, donde 0 es perfectamente homogénea y 1 perfectamente heterogénea (Groth and Roelfs, 1987; Silva et al., 2007; Cabarles, 2013).

Con el fin de determinar qué tan equilibrados estaban los rebaños se estimó el Índice de Distribución Equilibrada (DE)

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

donde S =es el número total de categorías para cada carácter, p_i =frecuencia relativa de cada carácter por categoría. El DE va de un rango de 0 a 1; donde valores cercanos a 0 indican que la diversidad es equilibrada y entre más cercanos a 1 se encuentra desequilibrada (Cabarles, 2013).

Análisis morfométrico

Aunado al tamaño y distribución de la muestra por localidades, se incluyeron para contraste (testigo) 28 animales Saanen y 13 Alpinos. Por medio de un bastón zoométrico y cinta métrica, se obtuvieron los valores de las variables cuantitativas, tales como,alzada a la cruz (ACR), diámetro longitudinal (DL), altura al esternón (AES), ancho de grupa (AG), anchura de cabeza (ACF); longitud de grupa (LG), longitud de cara (LR), perímetro de tórax (PT), perímetro de caña (PC), diámetro del hocico (DH) y longitud de la cabeza (LFC) (Gómez et al.,2012; Hernández Zepeda et al., 2002; Bedotti et al., 2004; Revidatti et al.,

2007; Revidatti et al., 2012). Para el análisis de variables cuantitativas, se estimó la media aritmética, desviación estándar, así como, el coeficiente de variación. Por último se realizó un análisis canónico entre los hatos, y se estimaron las distancias de Mahalanobis y se graficó un dendrograma de distancias; todos los datos fueron analizados mediante el programa STATISTICA 7.0 (Hernández Zepeda et al., 2002:

Bedotti, et al., 2004; Carné et al., 2007; Gómez et al., 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados morfológicos indicaron que la cabra criolla presenta oreja mediana en el 47% de la población estudiada, el resto se compone de orejas grandes (19%) y pequeñas (34%) (Cuadro 1). Otro de los caracteres dominantes en la población fueron las orejas horizontales

Cuadro 1. Frecuencias estadísticas de caracteres morfológicos principales de hembras criollas (*Capra hircus*) comparadas con las razas Saanen y Alpina.

Carácter	Variantes	Criolla		Saanen		Alpina	
		FA	FR	FA	FR	FA	FR
Orejas (tamaño)	Grandes	18	0.19	2	0.07	3	0.23
	Medianas	34	0.47	24	0.86	10	0.77
	Pequeñas	25	0.34	2	0.07	0	0
Dirección	Erguidas	12	0.16	4	0.14	4	0.31
	Horizontales	43	0.59	24	0.86	9	0.69
	Caidas	18	0.25	0	0	0	0
Consistencia	Rígidas	56	0.77	28	1	13	1
	Pendientes	17	0.23	0	0	0	0
Cuerno (forma)	Arco	50	0.68	24	0.86	8	0.62
	Espiral	4	0.05	0	0	0	0
	Ausentes	19	0.26	4	0.14	5	0.38
Perfil cefálico	Cóncavo	5	0.07	0	0	0	0
	Recto	55	0.75	27	0.96	13	1
	Subconvexo	6	0.08	0	0	0	0
	Convexo	7	0.10	1	0.04	0	0
Ubre (forma)	Globosa	27	0.37	5	0.18	4	0.31
	Abolsada	21	0.29	19	0.68	8	0.62
	Palillera	25	0.34	4	0.14	1	0.07
Pezones (dirección)	Paralelos	30	0.41	6	0.21	3	0.23
	Divergentes	43	0.59	22	0.79	10	0.77
Supernumerarios	No	63	0.86	25	0.89	13	1
	Si	10	0.14	3	0.11	0	0
Faneras							
Mamelas	No	57	0.78	28	1	13	1
	Si	16	0.22	0	0	0	0
Barba	No	27	0.37	9	0.32	12	0.92
	Si	46	0.63	19	0.68	1	0.08

FA= Frecuencia Absoluta y FR= Frecuencia Relativa

las cuales se registraron en 59% de la muestra, mientras que las orejas caídas y erguidas reflejaron el 41%. Referente a la consistencia de la oreja en cabra criolla, dominó la consistencia rígida en el 77% de la población. Otro carácter dominante fue el cuerno en arco (68%), y el perfil cefálico recto de mayor frecuencia en 75%. La conformación de las glándulas mamarias en su mayoría dominó el carácter globoso (37%) palillera (34%) y abolsada (29%). La presencia de pezones supernumerarios fue de 86%; presencia de barbas 63% y mameas con 22% (Cuadro 1).

Respecto a las cabras de razas lecheras, se registró que la mayoría de las alpinas presentan 77% de orejas medianas y Saanen 86%. Referente a la dirección horizontal es la más común en Saanen (86 %) que Alpina (69%); la consistencia rígida en ambas razas es dominante, los cuernos en arco están por arriba de 60% y el perfil cefálico recto con valores de 90% (Cuadro 1). En la conformación de la glándula mamaria, las ubres abolsadas fueron las de mayor frecuencia en ambas razas (Saanen y Alpina) con valores de 68% y 62% respectivamente; la presencia de pezones supernumerarios y de barbas estuvieron presentes en la raza Saanen con 89% y 68% respectivamente (Cuadro 1).

Las orejas de tamaño mediano y dirección horizontal, así como, la forma de cuernos y perfil cefálico fueron dominantes tanto para el biotipo criollo como en las dos razas lecheras. Las glándulas mamarias y ubre abolsada fueron de mayor frecuencia en ambas razas que en la muestra criolla, y la ubre Palillera el carácter de menor frecuencia. Los pezones divergentes son los de mayor tendencia en la cabra criolla y en las razas Saanen y Alpina, mientras que los pezones supernumerarios fueron más frecuente en Saanen que en las criollas y Alpinas (Cuadro 1). Estos resultados concuerdan con las cabras criollas nativos de Puebla, México (Hernández-Zepeda *et al.*, 2002), donde la tendencia de los rebaños criollos, es tener las orejas medianas, horizontales y rígidas; perfil cefálico recto y cuerno en arco; la composición de las glándulas mamarias en su mayoría como ubres globosas, pezones divergentes y algunos con presencia de pezones supernumerarios. Sierra *et al.* (1997) mencionan en su investigación para el estado de Oaxaca, México, que la mayoría de las hembras presentan orejas medianas, cuernos en arco y perfil recto. En otras zonas geográficas, como la zona central del estado de Chihuahua, México, las cabras criollas del "Filo Mayor", han reportado ubre tipo globosa o esférica

(52.8%) y en menor grado en forma palillera o alargada (47.2%). Las cabras con el tipo de ubre globosa son preferidas para el pastoreo, por estar recogidas hacia la cavidad abdominal y ser menos susceptibles a heridas o traumatismos provocados por el golpeteo con los matorrales (Ramírez *et al.*, 1987).

Índice de Diversidad Fenotípica

Respeto a la diversidad fenotípica de los hatos caprinos, se determinaron las frecuencias absolutas y relativas para cada uno, permitiendo estimar la diversidad fenotípica, sobresaliendo el hato de El Conejo como el más diverso comparado con el resto (IDS 0.524554 y H 0.620387) y el más desequilibrado de acuerdo al DE (0.787892), seguido de los hatos de Tlalchi y Atecaxil (IDS 0.436666, H 0.662458 y IDS 0.419002, H 0.553988) que mostraron ser parecidos; mientras que la cabra criolla menos diversa fue la de Los Pescados. Finalmente las razas lecheras (testigo) fueron las menos diversas y más cercanas a la homogeneidad con valores de IDS 0.247131 y H 0.380233 para la raza Alpina, y IDS 0.233099 y H 0.312196 para la Saanen (Cuadro 2). Los hatos de Tlalchi y Atecaxil resultaron los más parecidos respecto a su diversidad, mientras que el hato de Los Pescados fue el menos diverso fenotípicamente de acuerdo al índice de Simpson.

En contraste, el Índice de Shannon (H), indicó que los rebaños de Atecaxil y El Conejo son los menos diversos, mientras que los hatos más equilibrados fueron los de las Razas Saanen y Alpina. En el caso de los criollos los de mayor desequilibrio fue la muestra de Los Pescados, lo cual indicó que su diversidad es más alta respecto a las demás. Estas diferencias en diversidad fenotípica

Cuadro 2. Análisis de la diversidad fenotípica de hatos caprinos criollos (*Capra hircus*) comparado con las razas Saanen y Alpina en comunidades del estado de Veracruz, México.

Raza y sitio	Índice de Diversidad de Simpson	Índice de Diversidad de Shannon	Índice de Distribución Equitativa
Criolla El Conejo	0.524554	0.620387	0.787892
Criolla Los Pescados	0.393684	0.583336	0.610991
Criolla Tlalchi	0.436666	0.662458	0.668246
Criolla Atecaxil	0.419002	0.553988	0.679047
Saanen Coatepec	0.233099	0.312196	0.557381
Alpina Coatepec	0.247131	0.380233	0.537645

entre razas podrían proporcionar una estimación rudimentaria del promedio de variantes funcionales de genes de los que son portadores un individuo o una población; por ejemplo, Martínez Rojero *et al.* (2013) encontraron que el grupo caprino denominado "la cabra blanca Criolla del "Filo Mayor" de la Sierra Madre del Sur del Estado de Guerrero", México, presentó características fenotípicas y comportamiento productivo propios, que la diferencian de otros grupos caprinos Criollos de la región y del país, pero que son parecidos a los rasgos informados para la cabra Celtibérica de España considerada como uno de sus posibles ancestros, y que fue una de las primeras razas caprinas establecidas en el sur de México durante el virreinato. Lanari *et al.* (2008) reportaron que la Cabra Criolla Neuquina (CCN) en la provincia de Neuquén (Patagonia, Argentina), presenta una diferenciación fenotípica, el cual sigue un patrón geográfico determinado por la selección hecha por los campesinos, demostrando que los elevados niveles de heterocigosis y diversidad presentes son coheren-

tes con la heterogeneidad fenotípica de la CCN (Lanari *et al.*, 2003).

Análisis morfométrico

El análisis morfométrico evidenció que las cabras criollas son de talla media, mostrando una ACR de 70.31 ± 4.64 , un DL de 70.85 ± 11.32 , un PT de 94.21 ± 12.74 y una AES de 44.58 ± 8.61 . Para los hatos de raza Sannen y Alpina, también presentaron una talla media, siendo Sannen el más representativo una ACR de 71.36 ± 4.42 , PT de 78.50 ± 8.16 , PT de 98.54 ± 20.43 y AES de 42.50 ± 7.80 (Cuadro 3).

Las distancias de Mahalanobis reflejaron que el hato criollo de El Conejo presenta medidas de mayor proporción en comparación con el resto de las cabras criollas de Los Pescados, Tlalchi, Ateaxil y las razas Sannen y Alpina. De igual manera se observó la separación de las cabras criollas con respecto a las razas testigo, las cuales mostraron ser diferentes morfoestructuralmente. Las variaciones en hatos de cabras criollas se ha registrado en caprinos nativos del estado de Puebla por Hernández-Zepeda

et al. (2002), quienes evaluaron 14 variables observando diferencias entre hatos. Jordana *et al.* (1991) han reportado que el conocimiento de caracteres morfológico provee información útil para conocer relaciones entre razas y su potencial productivo, tales como, carne, leche y doble propósito. Las cabras de los rebaños de Los Pescados, Tlalchi y Ateaxil son parecidas e inclusive con las razas testigo, esta tendencia puede indicar una preferencia de los criadores hacia cabras lecheras. Cabe señalar que estudios anteriores en México han mostrado que existen diferencias mínimas entre rebaños, como es el caso de animales de centro norte de Puebla que han mostrado ser de tallas más pequeñas con tendencia al morfotipo lechero (Hernández-Zepeda *et al.*, 2002). Caso contrario ocurre en el estado de Oaxaca donde las cabras tienden a la homogeneidad de tamaño y el polimorfismo fenotípico no es diferenciado, atribuido a que el biotipo de esta región va enfocado a la producción de carne, por lo cual su talla es más robusta (Sierra *et al.*, 1997) (Figura 1).

Cuadro 3. Variables morfométricas de la cabra criolla (*Capra hircus*) en comunidades del estado de Veracruz, México.

Variable (cm)	Código	Criolla			Sannen			Alpina		
		\bar{X}	\pm D.E	C.V.	\bar{X}	\pm D.E	C.V.	\bar{X}	\pm D.E	C.V.
Alzada a la cruz	ACR	70.31	4.64	6.61	71.36	4.42	6.19	69.92	5.36	7.67
Diámetro longitudinal	DL	70.85	11.32	15.98	78.50	8.16	10.40	75.69	8.51	11.24
Altura al esternón	AES	44.58	8.61	19.3	42.50	7.80	18.34	50.77	2.14	12.80
Anchura grupa	AG	16.77	3.00	17.92	18.64	3.26	17.47	16.69	2.14	12.80
Anchura de cabeza	ACF	14.88	4.96	33.33	18.05	6.37	35.30	18.42	6.87	37.28
Largo grupa	LG	21.73	5.48	25.24	26.43	6.00	22.71	24.62	6.75	27.43
Largo de la cabeza	LCF	21.88	2.69	12.33	23.02	2.98	12.93	22.62	1.45	6.39
Longitud cara	LR	16.48	3.37	20.49	18.89	2.90	15.35	18.04	1.98	11.00
Perímetro torácico	PT	94.21	12.74	13.52	98.45	20.43	20.75	94.23	7.91	8.39
Perímetro caña	PC	10.34	32.91	28.13	11.57	3.68	31.83	10.23	2.65	25.91
Diámetro hocico	DH	25.73	3.73	14.49	26.61	3.84	14.44	26.31	2.07	7.86

\bar{X} = Media aritmética, \pm D. E. = Desviación Estándar de la media y C.V. = Coeficiente de Variación.



Figura 1. Muestra representativa de un hato de cabras criollas en la región centro montañosa del estado de Veracruz, México.

CONCLUSIONES

La cabra criolla de la región central del Estado de Veracruz, mostró ser más diversa que las razas lecheras testigo, aunque comparten ciertos rasgos morfométricos. El biotipo criollo es más diverso fenotípicamente, y las razas lecheras testigo tienden a la homogeneidad. En este mismo contexto se visualizó que entre rebaños existen diferencias como es el caso de las cabras de El Conejo que mostraron ser las más diversas fenotípicamente con diferencias en cuanto a talla sobresaliendo como las más alejadas. En contraste las cabras de Tlalchi y Atecxil mostraron similitud fenotípica.

LITERATURA CITADA

Aréchiga C.F., Aguilera J.K., Rincón R.M., Méndez de Lara S., Bañuelos V.R., Meza-Herrera C.A. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 9(1): 1-14.

Arellano, L. 1998. Distribución de Silphidae (Coleoptera: Insecta) en la región central de Veracruz, México. *Dugesiana* 5(2):1-16

Bedotti D.A.G., Gómez-Castro M., Sánchez Rodríguez, Martos-Peinado J. 2004. Caracterización morfológica y faneróptica de la cabra colorada Pampeana. *Arch. Zootec.* 53(203): 261-271.

Carbales Jr J.C. 2013. Phenotypic cluster and diversity analysis of native chickens in Western Visayas, Philippines. *Animal Genetic Resources* 53:1-9.

Carné S., Roig N., Jordana J. 2007. La cabra blanca rasquera: caracterización morfológica y faneróptica. *Arch. Zootec.* 56 (215): 319-330.

Carvajal-Hernández C. I., Krömer T. y Vázquez-Torres M. 2014. Riqueza y composición florística de pteridobiontes en bosque mesófilo de montaña y ambientes asociados en el centro de Veracruz, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(2), 491-501.

Chandan R., Attaie R., Sahani K.M.1992. Nutritional aspects of goat milk and its products. *Proa V Int Conference on Goat*. Nueva Delhi. 1869-1890.

Cuchillo H.M., Delgadillo-Puga C., Navarro-Ocaña A. Pérez-Gil Romo F. 2009. Antioxidant activity, bioactive polyphenols in Mexican goat's milk cheeses on summer grazing. *J Dairy Res.*77(1):20-26

Deza C., Díaz M.P., Varela L., Villar M., Pen C., Bonardi C., Romero C., Benito M., Barioglio C. 2007. Caracterización del caprino criollo del noreste de la provincia de Córdoba (Argentina) y su

- relación con la aptitud productiva. APPA-ALPA, Cusco, Perú. (Consultado en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/produccion_caprina/107-Deza-caprinoscriollos.pdf)
- Escareño-Sánchez L.M., Wurzinger M., Pastor-López F., Salinas H., Sölkner J., Iñiguez L. 2011. Revista Chapingo Serie Forestales y del Ambiente 17: 235-246.
- FAO. 2010. La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura, Sección C, Marcadores moleculares: una herramienta para explorar la diversidad genética. Ed. Barbara Rischkowsky y Dafydd Pilling. Roma. 393-396 p.
- FAO. 2012. Phenotypic characterization of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines. 91-105 p.
- García F., J. G., CASTILLO-CAMPOS G., Mehltreter K., Martínez M. L., y Vázquez G. Composición florística de un bosque mesófilo del centro de Veracruz, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México.
- Groth J.V., Roelfs A.P. 1987. The concept and measurement of phenotypic diversity in *Puccinia graminis* on wheat. *Phytopathology* 77:1395-1399.
- Hernández Z.J.S. 2010. La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México): contribución de la especie caprina y sistemas de producción. *Arch. Zootec.* 49 (187):341-352.
- Hernández-Zepeda J.S., Franco Guerra F.J., Herrera M., Rodero Serrano E., Sierra Vázquez A.C., Bañuelos Cruz, Delgadillo-Bermejo J.V. 2002. Estudio de los recursos genéticos de México: características morfológicas y morfoestructurales de los caprinos nativos de Puebla. *Arch. Zootec.* 51(193-194): 53-64.
- Jordana J., Ribo O. 1991. Relaciones filogenéticas entre razas ovina españolas obtenidas a partir del estudio de caracteres morfológicos. *Invest. Agr. Prot. Sanid. Anim.* 6:225-237.
- Lanari M.R., Domingo E., Gallo L. 2008. Caracterización genética de la cabra criolla neuquina genetic characterization of the neuquen criollo goat. *Arch. Zootec.* 57(219): 365-368.
- Lanari M.R., Taddeo H.R., Domingo E., Pérez-Centeno M., Gallo L. 2003. Phenotypic differentiation of exterior traits of Criollo goat population in Patagonia (Argentina). *Arch. Tierzucht Dumm.* 46: 347-356.
- Martínez-Rojero R.D., Torres Hernández G., Martínez Hernández S. 2013. Caracterización fenotípica, productiva y reproductiva de la cabra blanca Criolla del "Filo Mayor" de la Sierra Madre del Sur en el estado de Guerrero. *Nova Scientia*, 6(111): 25-44; Universidad De La Salle Bajío León, Guanajuato, México. ISSN 2007 - 0705.
- Mellano M. 1997. La cabra criolla en América Latina. *Vet. Mex.* 28(4): 333-34.
- Mendrano J. A. 2000. Recursos animales locales del centro de México. *Arch. Zootec.* 49(187): 385-390.
- Prieto P.N., Revidatti M.A., Capellari A., Ribeiro M.N. 2006. Estudio de los recursos genéticos: identificación de variables morfoestructurales en la caracterización de los caprinos nativos de Formosa. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Noreste* (Consultado en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt2006/04-Veterinarias/2006-V-012.pdf>)
- Ramírez J.A., Hernández E.W., Cruz A., Lowe K.A. 1987. Edad y peso a la pubertad en cabras Criollas y cruzadas de la zona central del estado de Chihuahua. *En: Memorias de la III Reunión Nacional sobre Caprinocultura*, Octubre 29-31. Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán-UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., México.
- Reviadatti M.A., Prieto P.N., De la Rosa S., Ribeiro M.N., Capellari A. 2007. Cabras criollas de la región norte de Argentina estudio de variables e índices zoométricos. *Arch. Zootec.* 56(1): 479-482
- Revidatti M.A., De la Rosa S.A., Cappello-Villada J.S., Orga A. 2012. Indicadores productivos de hembras caprinos en el oeste de Formosa, Argentina. *AICA* 2:75-81
- Segura-Correa J., Montes-Pérez R.C. 2001. Razones y estrategias para la conservación de recursos genéticos animales. *Rev. Biomed.* 12(3): 196-206.
- Sierra A., Molina A., Delgado J., Hernández J., Rivera M. 1997. Zoootechnical description of the creole goat the Oaxaca region (Mexico). *AGRI* 21: 61-70
- Silva B.G., Zambolim L., Prabhu A.S., Araújo L.G., Zimmermann F.J.P. 2007. Estimation of phenotypic diversity in field populations of *Magnaporthe grisea* from two upland rice cultiars. *Fitopatol. Bras.* 32(1): 5-12.
- Williams-Linera., G., Manso, R. H., y Isuna V. E. 2002. La fragmentacion del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso de suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques* 8(1): 73-89.



PRODUCCIÓN DE HUEVO EN CAFETALES: UNA OPCIÓN DE DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA

EGG PRODUCTION IN COFFEE PLANTATIONS: AN OPTION FOR PRODUCTIVE DIVERSIFICATION

Sánchez-Sánchez M.¹; Morales-Ramos V.^{1*}; Bucio-Alanís L.¹; Díaz-Cárdenas S.²

¹ Colegio de Postgraduados *Campus* Córdoba, km. 348 carretera federal Córdoba-Veracruz, Col. Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, 94946 México. Tel. (271)7166055, ² Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo, km. 6 carretera Huatusco-Conejos, Huatusco, Veracruz, México.

*Autor de correspondencia: vicmor@colpos.mx.

RESUMEN

En México alrededor de tres millones de personas dependen directa o indirectamente del café (*Coffea arabica* L), sin embargo, en los últimos tres años su nivel de rentabilidad se ha visto afectado en más de 80% por la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome), y en busca de alternativas para minifundistas, se evaluó la producción de huevo como una opción de diversificación productiva en cafetales. La población inicial fue de cinco gallos y 44 gallinas, híbridos de las razas Rhode Island-Araucana de cuatro semanas de edad. Se utilizó un gallinero con cama profunda de pajilla de café para la pernocta de 12 horas, el resto del tiempo pastoreaban en un cafetal de 1352 m², sembrado a una densidad de 5000 plantas ha⁻¹ de la variedad Oro Azteca. Se evaluó la postura durante un año, registrado la relación beneficio/costo de 1.35 con producción promedio de 174 huevos por semana, indicando rentabilidad financiera, además de beneficios tales como, el control de arvenses e insectos en el cafetal, y aporte directo de 430 kg de gallinaza al cafetal, equivalente a 55% de los nutrientes extraídos en una tonelada de café cereza.

Palabras clave: Agropastoril, cama profunda, *Gallus domesticus* L, *Coffea arabica* L.

ABSTRACT

In México, around three million people depend directly or indirectly on coffee (*Coffea arabica* L.); however, in the last three years their level of profitability has been affected in more than 80 % due to coffee blight (*Hemileia vastatrix* Berkeley& Broome); seeking alternatives for small landowners, egg production was evaluated as an option for productive diversification in coffee plantations. The initial population was five roosters and 44 hens, hybrids of Rhode Island-Araucana breeds, four weeks old. A henhouse with deep bed made of coffee straw was used, for 12-hour overnight. The rest of the time, they overgrazed in a coffee plantation of 1352 m², sown at a density of 5000 plants ha⁻¹ of the Oro Azteca cultivar. Egg-laying was evaluated during a year, finding a benefit/cost relation of 1.35 with average production of 174 eggs per week, which indicates financial profitability, in addition to benefits such as weed and insect control in the coffee plantation, and a direct contribution to the coffee plantation of 430 kg of hen droppings, equivalent to 55 % of the nutrients extracted from one ton of cherry coffee.

Keywords: Agri-pastoral, deep bed, *Gallus domesticus* L, *Coffea arabica* L.



INTRODUCCIÓN

La avicultura en los cafetales se ha realizado por más de 200 años, desde la introducción del cultivo de café (*Coffea arabica* L), y es considerada una actividad secundaria (Sánchez y Torres, 2014). La producción de huevo se destina a autoconsumo y venta de excedentes en la temporada de postura. La pequeña escala de esta actividad ha dificultado su medición y evaluación. Los mismos autores mencionan que en una comunidad cafetalera de las Altas Montañas del estado de Veracruz, México, la avicultura familiar la realiza el 48.7% de la población, con instalaciones rústicas y manejo deficiente; siendo poco atractiva y mostrando tendencia a desaparecer. Gutiérrez *et al.* (2007) encontraron que 97.3% de las familias de la comunidad de Tetiz, Yucatán, México, tenía gallinas de traspatio; mientras que García *et al.* (2010), reportaron que 65% de las familias de la región de Rio Verde, San Luis Potosí, México, se dedican a producir aves de corral.

Según Salatin (1999), las aves en pastoreo obtienen beneficios como: mejora su sistema inmunológico, disminuye el porcentaje de mortalidad, se reduce el estrés (Sazzad, 1992), hay una distribución no concentrada de las excretas y aumento consecuente de la fertilidad del suelo, entre otros beneficios (Castañeda y Gómez, 2010). En un sistema de pastoreo en el trópico húmedo, Barrantes *et al.* (2006) evaluaron la capacidad productiva y adaptativa de dos líneas de gallinas ponedoras, encontrando un comportamiento productivo distinto entre líneas genéticas diferentes. Con base en lo anterior, se evaluó un sistema de producción de huevo en un agroecosistema cafetalero, con el fin de determinar su factibilidad económica y viabilidad como opción de diversificación productiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el *Campus Córdoba* del Colegio de Postgraduados, (18° 51' 26.84" N, 96° 51' 40.72" O), clima A (C) m (i) g, semicálido, con oscilaciones de temperatura de entre 5-7 °C, precipitación menor a 40 mm en el mes más seco, temperatura media mensual de 22.5°C y precipitación total anual de 2,363.90 mm (García, 1964). Se inició

con una población de 44 gallinas y cinco gallos híbridos de las razas Rhode Island-Araucana de cuatro semanas de edad (Figura 1 A). Se les dio un manejo con 12 horas al día de pastoreo de arvenses, como gramíneas y plantas de hoja ancha, que hacen la cobertura del cafetal. Se requirieron 1352 m² de cafetal para el pastoreo (variedad Oro Azteca), en una densidad de 5000 plantas ha⁻¹. Las 12 horas restantes permanecieron confinadas en un gallinero de 20 m², con piso de cama profunda de 30 cm de cascarilla de café; donde se les suplementó con 85 gramos de alimento comercial Pone Oro (marca Api-Aba[®]) por ave, con 18% de proteína (Figura 1 B).

La evaluación de producción inició en la primera semana de abril y concluyó después de 52 semanas de postura, cuantificando los huevos recolectados. Así mismo, se calculó la relación beneficio/costo, el valor actual neto y tasa interna de rentabilidad. El abono suministrado al cafetal se calculó con el método propuesto por Guelber *et al.* (2009) y el aporte de nutrientes se realizó de acuerdo a la NOM-021-REC-NAT-2000, comparando este dato



Figura 1. A: Población inicial de aves con gallinero de cama profunda con pajilla de café. B: Aves en confinamiento por doce horas al día.

con lo extraído en la cosecha de café, según se reporta en Sadeghian *et al.* (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo de evaluación las gallinas tuvieron una producción promedio de 205 huevos (Figura 2A), logrando un total de 9037 huevos en 52 semanas, por lo que considerando una familia promedio de 4.3 integrantes (INEGI, 2011), con un consumo per cápita de 20 kg, equivalente a 340 huevos al año, este proyecto es capaz de abastecer el requerimiento anual de seis familias.

Durante el periodo de producción proyectado a cuatro años, se estimó una ganancia neta de \$13,827.11 después de amortizar la inversión inicial, con una tasa interna de rentabilidad de 31%, la cual supera el costo de oportunidad del dinero o tasa de interés bancaria del 3.23% anual y una relación costo beneficio de 1.35, demostrando de acuerdo al Banco de México para 2014, que el proyecto es viable económicamente; por lo que representa un modelo de negocio para la diversificación económica en cafetales. Adicionalmente el proyecto fomenta el autoempleo de integrantes de la familia, con un promedio

de 60 jornales anuales. Las gallinas consumieron en promedio 86 g de alimento por ave día⁻¹, equivalente a una conversión de 2.4±0.65 kg de alimento por kg de huevo producido, valor inferior a lo reportado (4.6-5.5 kg) de alimento por kg de huevo por Sazzad (1992) y Jerez y Carrillo (2009). Estos resultados sugieren que la crianza de aves en cafetales es más eficiente y productiva que modelos estudiados dentro del traspatio, probablemente por la cantidad de arvenses consumidas dentro del cafetal. Los 1352 m² de cafetal no requirieron labores culturales, debido al pastoreo de las gallinas (Figura 2B), de las cuales se estimó una aportación a través del estiércol de 55% de nutrimentos requeridos para la producción de una tonelada de café cereza.

Tomando en cuenta las 12 horas de pastoreo diarias, por las semanas de evaluación, se calculó un aporte de 231 kg de estiércol base seca al cafetal. Los análisis químicos realizados al estiércol (gallinaza) evidenciaron un pH de 6.9, a diferencia de Estrada (2005), quien reportó un pH de 9.5 que dificulta la asimilación de nutrimentos para la planta; ya que la mayoría de éstos se asimilan a un pH neutro o ligeramente ácido. La conductividad eléctrica del estiércol fue de 12.5 $\mu\text{S cm}^{-1}$, mayor a los 4.1 $\mu\text{S cm}^{-1}$ reportados por Estrada (2005). El contenido de nitrógeno total (Nt) y fósforo (P) fueron mayores a los reportados por ATTRA (2002) y Estrada (2005); mientras que el contenido de potasio (K) fue menor al 1.74% registrados por Estrada (2005), pero mayor al 0.5% mencionado por ATTRA (2002). El Cuadro 1 muestra los datos de extracción de nutrimentos y su comparación con lo aportado por las gallinas durante el pastoreo.

Durante la investigación se registraron pérdidas por deceso (22.45%), extravío (60%) o abigeato y 40% por depredación por fauna silvestre; tales como, tlacuache (*Didelphis marsupialis* L), comadreja u onzita (*Mustela frenata* Lichtenstein) y zorra (*Urocyon cinereoargenteus* Schreber) observados en el área de pastoreo, a diferencia de lo reportado por Jerez *et al.* (1994), quienes reportan bajas del 32% en condiciones de traspatio por problemas con Newcastle. González *et al.* (1995) reportaron 28.3% de bajas en condiciones de poco cuidado sanitario y Rodríguez (1996) una mortalidad del 28.4% debido a coccidiosis e infecciones respiratorias. La ausencia de problemas sanitarios en este estudio puede deberse al uso de la cama profunda, la cual evita acumulación de humedad, moscas y otros agentes patógenos que afecten a las aves.

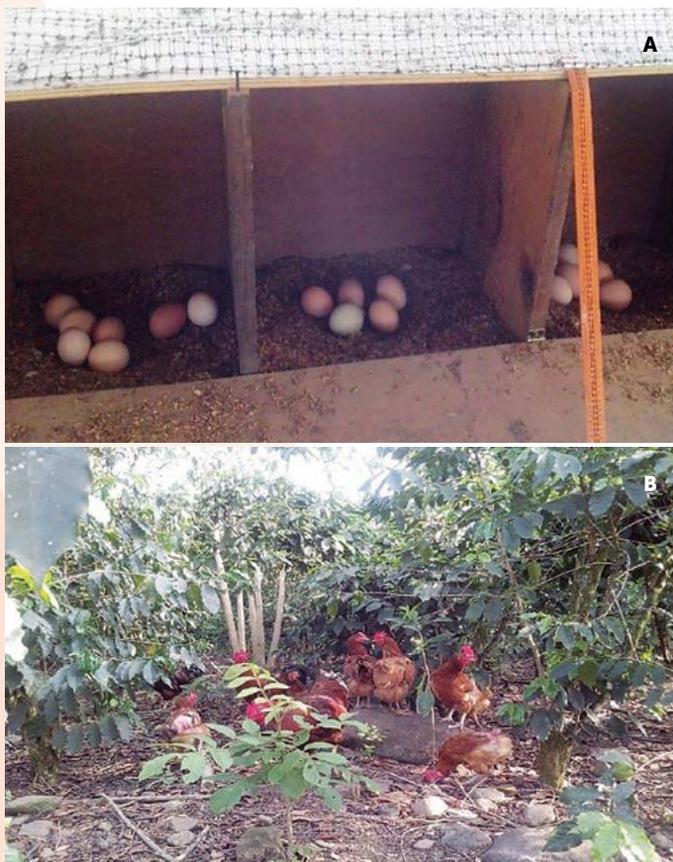


Figura 2. A: Cabinas de postura al interior del gallinero. B: Gallinas pastoreando en el cafetal y consumiendo malezas.

Cuadro 1. Cantidad total de macronutrientes extraídos en 1000 kg de café cereza y lo aportado durante un año por las gallinas dentro del cafetal.

Concepto	N total	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca O	Mg O	Fe	Cu	Zn	Mn
EF	30.94	5.18	44.34	5.96	3.75	0.11	0.03	0.02	0.06
NAG	11.21	8.15	3.91	17.62	2.26	1.31	0.01	0.08	0.02
Diferencia (kg)	-19.73	2.97	-40.43	11.66	1.49	-1.20	0.02	-0.06	0.04

EF: extracción del fruto al momento de la cosecha; NAG: nutrientes aportados por las gallinas al momento de pastorear.

CONCLUSIONES

El modelo agro pastoril (café y gallinas de postura) es una opción económicamente viable para la producción de huevo que coadyuva a la diversificación productiva de cafetales. El modelo abastece los requerimientos anuales de huevo para seis familias y genera excedentes económicos a los cafecultores.

LITERATURA CITADA

- ATTRA Appropriate Technology Transfer for Rural Areas. 2002. Sustainable Poultry: Production Overview. Livestock Production Guide. USDA. 25p.
- Barrantes A.C., Víquez R., Botero R., Okumoto S. 2006. Análisis de la capacidad productiva y adaptativa de dos líneas genéticas de gallinas ponedoras (Sex Link e Isa Brown) bajo un sistema de pastoreo en el trópico húmedo. *Tierra Tropical* 2: 121-128.
- Castañeda B.C.M., Gómez J.E. 2010. Evaluación del bienestar animal y comparación de los parámetros productivos en gallinas ponedoras de la línea Hy-line Brown en tres modelos de producción: piso, jaula y pastoreo. *Revista Ciencia Animal*, S.I.3: 9-22.
- Estrada P.M.M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de Investigación*. 2:1-5.
- González E.C.E., Velásquez B.L.G., Arriaga J.C.M., Sánchez V.E. 1995. Comparación entre aves (*Gallus gallus*) de tipo criollo con aves de líneas comerciales bajo condiciones de traspatio en sistemas de producción campesinos del altiplano mexicano. *Ciencia Ergo Sum* 2: 239-246.
- García E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larios S.A. México D.F. p.46-52.
- García J.C., Zapata E., Pinos J.M., Álvarez G., Jasso P., Camacho M.A. 2010. Diagnóstico de la producción avícola de traspatio en comunidades rurales de San Luis Potosí. Segundo Foro Internacional Ganadería de Traspatio y Seguridad alimentaria. Universidad Autónoma Chapingo, 7 de abril del 2010. 43 pp.
- Gutiérrez M.A., Segura J.C., López L., Santos J., Santos R.H., Sarmiento L.M., Carvajal, Molina G. 2007. Características de la avicultura de traspatio en el municipio de Tetiz, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 7(3):217-224.
- Guelber S.M.N., Silva A.M., Gomes P.R., Sena R.H. 2009. Evaluando la Sustentabilidad de la Avicultura a Pequeña Escala: Estudio de Casos sobre Sistemas Agroecológicos en Espírito Santo, Brasil. *Resumos do VI CBA e II CLAA*.
- INEGI. 2011. Censo de Población y Vivienda 2010. Cuestionario básico. Consulta interactiva de datos. México.
- Jerez S.M., Herrera P.H.J.G., Vázquez D.M.A. 1994. La gallina criolla en los Valles Centrales de Oaxaca. *CIGA*. 89 p.
- Jerez S.M., Carrillo P.R.J.C. 2009. Producción de huevo de gallinas Rhode Island rojas bajo un sistema alternativo de traspatio. *Revista Brasileira de Agroecología*. 4: 2.
- Rodríguez C.E.L. 1996. Calidad del huevo incubable de gallinas "criollas" criadas en condiciones de traspatio. 45pp.
- Sadeghian K., Mejía S.M.B., Arcila P.J. 2006. Composición elemental de frutos de café y extracción de nutrientes por la cosecha en la zona cafetera de Colombia. *Genicafé (Colombia)* 57(4):251-261. 2006.
- Salatin J. 1999. Pasture poultry profits. Polyface Inc. Virginia, US. 371 p.
- Sánchez S.M., Torres R. J.A. 2014. Diagnóstico y tipificación de unidades familiares con y sin gallinas de traspatio en una comunidad de Huatusco, Veracruz (México). *Avances en Investigación Agropecuaria*. AIA. 18(2): 63-75.
- Sazzad M.H. 1992. Comparative study on egg production and feed efficiency of different breeds of poultry under intensive and rural conditions in Bangladesh. *Livestock Research for Rural Development*. 4 (3):1-5.



Fotos 1 y 2: Dos aspectos del Stand del Colegio de Postgraduados en la FIL Guadalajara 2015.



Foto 2.



Foto 3: Presentación del libro Gestión de la Calidad (Foto 4), al centro la editora: Emma Maldonado Simán.



Foto 4.

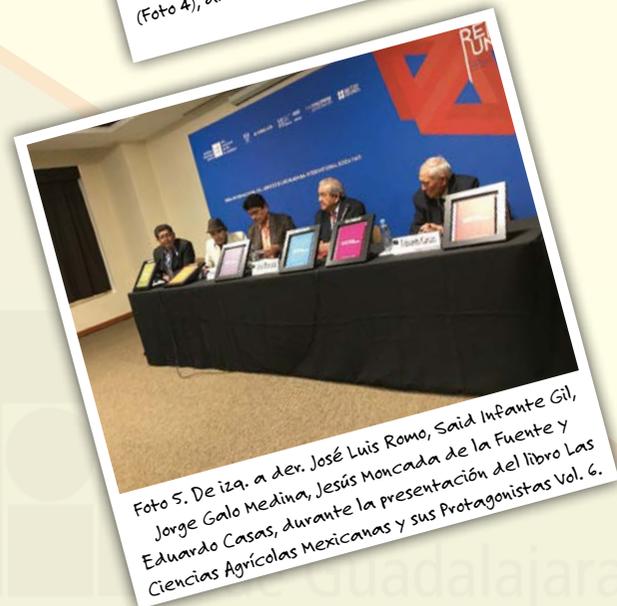


Foto 5. De izquierda a derecha: José Luis Romo, Said Infante Gil, Jorge Galo Medina, Jesús Moncada de la Fuente y Eduardo Casas, durante la presentación del libro Las Ciencias Agrícolas Mexicanas y sus Protagonistas Vol. 6.



Foto 6: El Editor General del CP presentando nuestra colección de ciencia para niños en W RADIO (FIL Guadalajara 2015).



¡De la A hasta la Z,
los nematodos colorean
nuestras vidas!



El Colegio de Postgraduados en la FIL 2015

El Profesor Tungsteno, divulgador científico estrella de la Editorial del Colegio de Postgraduados, explica al público infantil asistente a la FIL de Guadalajara, los objetivos de la colección "Cuete a la Luna", en general, y lo más relevante del libro "De la A a la Z: los Nematodos Colorean Nuestras Vidas". Las imágenes fueron captadas el día 3 de diciembre en la sección infantil.

Suscripciones, ventas, publicidad,
contribuciones de autores:
Guerrero 9, esquina Avenida Hidalgo,
C.P. 56220, San Luis Huexotla,
Texcoco, Estado de México.

Teléfono: 01 (595) 928 4703
jocadena@colpos.mx; jocadena@gmail.com

