

# AP

## AGRO PRODUCTIVIDAD

ISSN-0188-7394



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS  
CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

## LA CRIANZA DEL GUAJOLOTE

(*Meleagris gallopavo*)

EN COMUNIDADES INDÍGENAS  
DE LA REGIÓN CENTRO  
DE MÉXICO

pág. 59

Año 6 • VOLUMEN 6 • NÚMERO 6 • NOVIEMBRE-DICIEMBRE, 2013

“Efecto macho” en el manejo reproductivo de la oveja	3
La ganadería doble propósito desde una visión agroecosistémica	9
Producción de carne con <i>Leucaena leucocephala</i> Lam de Wit en banco de proteína y asociación de <i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth y <i>Cynodon plectostachyus</i> (K) Schum. Pilger	16
Productividad de <i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst. Ex a. Rich) y <i>Clitoria ternatea</i> L. con biofertilizantes	23
Métodos “limpios, verdes y éticos” para aumentar la eficiencia reproductiva de rumiantes	30
Manejo del amamantamiento para reducir duración del anestro postparto en ovejas de pelo	36
y más artículos de interés...	

PRECIO AL PÚBLICO \$75.00 PESOS



COLEGIO DE  
POSTGRADUADOS

# Guía para autores

## 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 a los técnicos y productores. En ella se podrá publicar información relevante al desarrollo agrícola en los formatos de artículo, nota o ensayo. Las contribuciones serán arbitradas y la publicación final se hará en idioma español.

La contribución tendrá una extensión máxima de 16 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 y el tamaño, dependiendo de la imagen y su importancia de acuerdo con la tabla comparativa.

## La estructura de la contribución será la siguiente:

1) Artículos: una estructura clásica definida por los capítulos: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones y Literatura Citada; 2) Notas o Ensayos: deben tener una secuencia lógica de las ideas, exponiendo claramente las técnicas o metodologías que se transmiten en lenguaje llano, con un uso mínimo de términos técnicos especializados.

## 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. Los títulos de las fotografías deben mecanografiarse en hoja aparte. 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.

**Tabla comparativa.**

Centímetros	Píxeles	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	“Efecto macho” en el manejo reproductivo de la oveja
9	La ganadería doble propósito desde una visión agroecosistémica
16	Producción de carne con <i>Leucaena leucocephala</i> Lam de Wit en banco de proteína y asociación de <i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth y <i>Cynodon plectostachyus</i> (K) Schum. Pilger
23	Productividad de <i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst. Ex a. Rich) y <i>Clitoria ternatea</i> L. con biofertilizantes
30	Métodos “limpios, verdes y éticos” para aumentar la eficiencia reproductiva de rumiantes
36	Manejo del amamantamiento para reducir duración del anestro postparto en ovejas de pelo
42	Evaluación de dos acidulados de soya en pollas bovans de un día a 18 semanas
51	Los virus bacteriófagos en la industria ganadera bovina
59	La crianza del guajolote ( <i>Meleagris gallopavo</i> ) en comunidades indígenas de la región centro de México
69	



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.

Corrección de estilo: Hannah Infante Lagarda

Maquetación: Alejandro Rojas Sánchez

Suscripciones, ventas, publicidad, contribuciones de autores:

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

Teléfono: 01 (595) 928 4013 | [jocadena@colpos.mx](mailto:jocadena@colpos.mx); [jocadena@gmail.com](mailto: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.

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](http://www.tegrafik.com)  
 RFC: PAM991118 DGO

## Directorio

Said **Infante Gil**

Editor General del Colegio de Postgraduados

Rafael **Rodríguez Montessoro**<sup>†</sup>

Director Fundador

Jorge **Cadena Iñiguez**

Director de Agroproductividad

### Comité Técnico-Científico

Colegio de Postgraduados—Montecillo

Fernando **Clemente S.**

Dr. Ing. Agr. Catedrático Fauna Silvestre

Ma. de Lourdes **de la Isla**

Dr. Ing. Agr. Catedrática Aereopolución

Ángel **Lagunes T.**

Dr. Ing. Agr. Catedrático Entomología

Enrique **Palacios V.**

Dr. Ing. Agr. Catedrático Hidrociencias

Jorge **Rodríguez A.**

Dr. Ing. Agr. Catedrático Fruticultura

Colegio de Postgraduados—Puebla

Manuel R. **Villa Issa**

Dr. Ing. Agr. Economía Agrícola

Instituto de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Pedro **Cadena I.**

Dr. Ing. Agr. Transferencia de Tecnología

Ricardo **Magaña Figueroa**

M. C. P. Director de Promoción y Divulgación

Confederación Nacional Campesina

Jesús **Muñoz V.**

Dr. Ing. Agr. Agronegocios

Instituto Interamericano de Cooperación  
para la Agricultura

Victor **Villalobos A.**

Dr. Ing. Agr. Biotecnología



Dr. Jorge Cadena Iñiguez

## Editorial

VOLUMEN 6 • NÚMERO 6 • NOVIEMBRE—DICIEMBRE, 2013.

AGRO PRODUCTIVIDAD entrega en este número diferentes enfoques de manejo de la ganadería menor y mayor, que incluye a los bovinos, ovinos y aves. Dentro de éstas últimas se incluye a *M. gallopavo*, especie relacionada de manera muy estrecha a las culturas americanas, principalmente las mesoamericanas, y actualmente confundida en las corrientes comerciales, dando lugar a dudas acerca de su centro de domesticación. Las crónicas históricas anotan que en México existen diferentes términos para denominar popularmente a *M. gallopavo*; tales como, *bimbo*, *cóbori*, *cócono*, *conche*, *chumbo*, *chompipe*, *gallina de tierra*, *ganso*, *guajolote*, *guanajo*, *guaraca*, *güilo*, *güijolote*, *jolote*, *momaco*, *pavo*, *picho*, *pípilo*, *pisco*, *tocayo*, *totole*, *torque*, *tunto*, *gallo de papada*, *gallipavo*, *pavipollo*, *gallina de sierra*, *cune*, *total*, *totali*, *colunos*, *pili*, *güecho* y *huacholo*, con lo cual se fortalece de manera lingüística su paternidad cultural. El tema de ovinos involucra aspectos de mejora en su manejo intensivo para generar explotaciones rentables, pero sobre todo respondiendo a las exigencias del consumidor referentes obtener productos bajo el marco “limpio, verde y ético”. La ganadería doble propósito desde una visión agroecosistémica, busca transmitir la interrelación de los factores técnicos, productivos y socioeconómicos relacionados con la ganadería bovina doble propósito que representan para México una actividad sensiblemente relevante. En afán de plantear soluciones a problemas en el sector ganadero, se muestran resultados de investigación acerca de evaluaciones de insumos derivados de la industria para alimentar pollas de engorda y producción de forrajes con calidad proteica con uso de microorganismos simbiotes en áreas del trópico, que van de la mano con el uso de otros microorganismos en la industria ganadera que infectan a bacterias lácticas principalmente para solucionar problemas en la industria lechera y reducir afectaciones económicas y asegurar la calidad e inocuidad alimentaria.

# “EFECTO MACHO” en el manejo reproductivo de la oveja

Arellano-Lezama, T.<sup>1</sup>, Hernández-Marín, J.A.<sup>1</sup>, Cortez-Romero, C.<sup>2,4</sup>,  
Morales-Terán, G.<sup>3</sup>, Gallegos-Sánchez, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Km 36.5 Carretera México-  
Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. <sup>2</sup>Campus San Luís Poto-  
sí, Agustín de Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, S.L.P. 78622, México. <sup>3</sup>Univer-  
sidad del Papaloapan, Circuito Central 200, colonia Parque Industrial, Tuxtepec,  
Oaxaca, México C.P. 68301. México. <sup>4</sup>LPI 13 Comunidades Rurales Agrarias, ejidos y  
conocimiento local.

Autor responsable: gallegos@colpos.mx

## RESUMEN

**E**l “efecto macho” en ovinos es un fenóme-  
no socio-sexual donde el carnero estimula  
a la oveja para inducir o sincronizar la acti-  
vidad reproductiva. Los primeros reportes  
del fenómeno fueron generados a partir de  
la relación entre la fecha de introducción  
del carnero al rebaño y la época de partos. En la actualidad  
se sabe que este efecto estimula el restablecimiento de la  
secreción pulsátil de GnRH/LH durante los periodos de in-  
actividad ovárica (no ovulación). También se ha observa-  
do que el tiempo que transcurre desde la introducción del  
carnero hasta el primer incremento en la secreción de LH  
es muy corto en ovejas. El mecanismo de acción del “efecto  
macho” es a través de feromonas (sustancias volátiles) que  
el macho secreta y tiene una respuesta inmediata en la secre-  
ción de GnRH/LH (descarga preovulatoria) entre las 3 y 30 horas  
después de la introducción, lo que provoca su ovulación entre las  
24 y las 60 horas.

**Palabras clave:** ovejas, “efecto macho”, época reproductiva,  
anestro.



## INTRODUCCIÓN

La mayoría de los mamíferos tienen dos sistemas olfatorios que reciben los sensores de entrada desde el órgano vomeronasal y conecta a otros sitios con el hipotálamo. Estas conexiones nerviosas son importantes para el control de la actividad reproductiva de las hembras, ya que controlan la secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas/hormona luteinizante (GnRH/LH) y los efectos de las feromonas (“efecto macho”) son regulados a través de dichas conexiones (Martin *et al.*, 1986). En todos los estados reproductivos de las hembras, incluyendo el anestro estacional y postparto, la secreción hormonal de LH se caracteriza por liberación de pulsos, controlados a su vez por los pulsos de GnRH. En borregas y cabras que no están ovulando, los pulsos de LH son secretados con menor frecuencia como respuesta del hipotálamo al efecto negativo del estradiol ( $E_2$ ) (Martin *et al.*, 1986) (Figura 1).

La respuesta de las ovejas a la introducción de los carneros (“efecto macho”), es un incremento en la frecuencia de secreción de los pulsos de LH (Figura 1). Este incremento se mantiene por al menos 12 horas; sin embargo, la amplitud de los pulsos disminuye después de una o dos horas.

Dicha respuesta depende de la condición corporal de las ovejas, del carnero, de la libido, y la proporción macho-hembras. Por ejemplo, en especies como los caprinos, la actividad reproductiva de los machos parece ser el factor limitante que determina

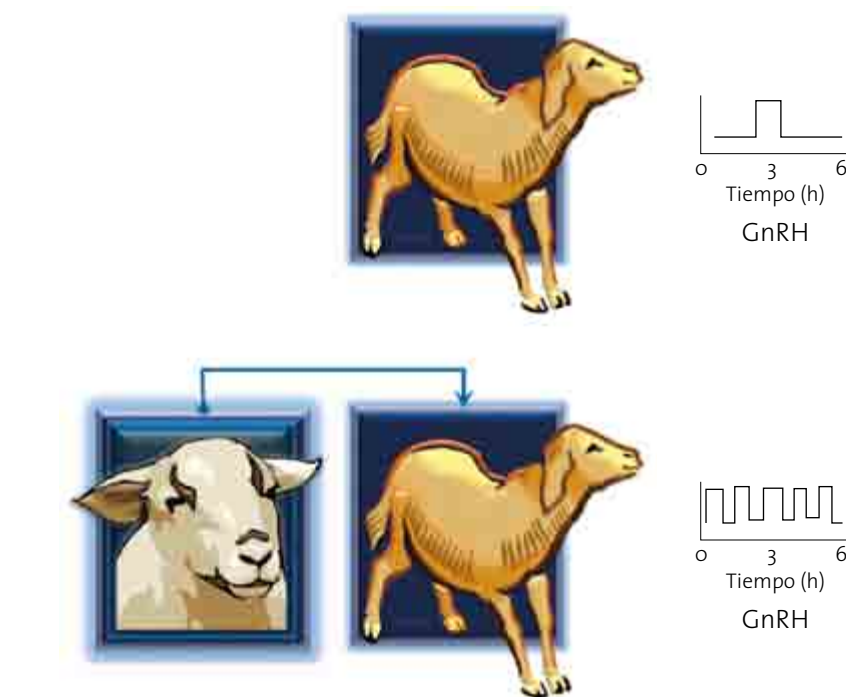


Figura 1. Representación esquemática del “efecto macho” en el cambio en la frecuencia de secreción pulsátil de GnRH en ovejas en anestro.

la respuesta de las hembras al “efecto macho” (Flores *et al.*, 2000). El macho estimula a las hembras a través de feromonas y señales de comportamiento, táctiles y visuales. La introducción de carneros a los corrales de ovejas en estro (“efecto hembra”) puede incrementar los niveles de LH en éstos y, consecuentemente, la secreción de testosterona, lo que afecta positivamente la producción de feromonas, con lo cual se mejora la calidad del “efecto macho” (Knight *et al.*, 1998). También se sabe que un periodo de 24-48 h de experiencia sexual del macho con ovejas en estro (“efecto hembra”), antes del contacto con ovejas en anestro (estacional o postparto), es suficiente para incrementar la libido de los carneros y tener una mejor respuesta.

### Efecto macho

Las ovejas no presentan estro durante el anestro estacional, el anestro pre-

puberal, el postparto y la gestación (en este periodo no se puede hacer nada). El “efecto macho” puede, por ejemplo, utilizarse para manejar el restablecimiento de la actividad reproductiva durante los periodos de anestro (estacional y postparto) e inducir la ovulación en hembras pre-púberes, y consiste en la introducción repentina de machos, lo cual provoca la ovulación (Martin *et al.*, 1986; Álvarez y Zarco, 2001; Morales-Terán *et al.*, 2011) (Figura 2).

También funciona para restablecer la actividad ovárica postparto (Pérez *et al.*, 2002a, b). Un concepto clave es inducir la ovulación de manera sincronizada, ya que esto facilita la inseminación artificial (Lindsay *et al.*, 1984; Hawken *et al.*, 2007); una vez controlando el momento de la ovulación, se podrían generar programas de inseminación artificial a “tiempos fijos”. Además, se facilitaría la

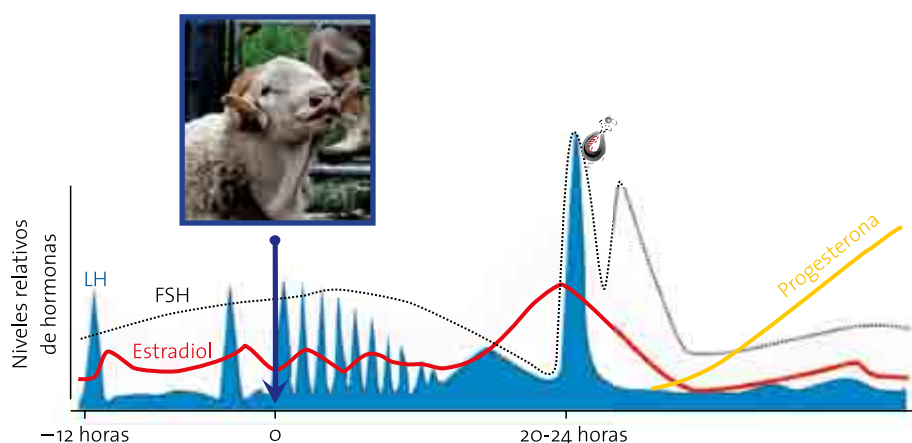


Figura 2. "Efecto macho" en el restablecimiento de la actividad reproductiva en ovejas.

implementación de programas de alimentación de las hembras según el tamaño de camada, el desarrollo fetal o a la supervivencia neonatal. El "efecto macho" tiene una ventaja adicional, ya que al inducir la ovulación sincronizada permite controlar la época de los nacimientos, con lo cual se pueden aprovechar mercados "fuera" de la época normal de producción y, con esto, se pueden obtener mejores precios en el mercado.

Para determinar la eficiencia del "efecto macho", es importante considerar los siguientes puntos: a) el porcentaje de hembras no cíclicas (hembras que no presentan actividad reproductiva) en el rebaño que responden al "efecto macho"; b) el porcentaje de hembras que responde según su raza (esto implica diferencias de sensibilidad al fotoperiodo; lana vs pelo); c) el mantenimiento de la ciclicidad (si las hembras continúan ciclando o no, Figura 3), después de la inducción de la ovulación por el "efecto macho" (es un factor crítico si

se quieren alcanzar mayores niveles de fertilidad; Martin *et al.*, 1986). Recientemente, este punto ha recibido más atención gracias al perfeccionamiento y aumento en la sensibilidad de los ultrasonidos, lo que ha permitido estudiar el crecimiento, desarrollo y ovulación de los folículos ováricos y su transformación postovulatoria (formación de un cuerpo lúteo). La utilización del ultrasonido se complementa de manera excelente con la información de los perfiles hormonales durante los diferentes estados fisiológicos y la etología animal y, con esto, se mejora la información para interpretar de una manera más objetiva los resultados del "efecto macho" o cualquier otro efecto socio-sexual.

Existe poca información respecto al uso del "efecto macho" para inducir estro durante el periodo postparto. Se sabe que el amamantamiento en las ovejas inhibe el restablecimiento de la actividad ovárica postparto, aumentando la sensibilidad del hipotálamo al efecto negativo del  $E_2$ . Sin embargo, existen algunas investigaciones que muestran que el intervalo parto-concepción puede reducirse con la introducción de carneros a los corrales de las ovejas después del parto durante el otoño (Wright *et al.*, 1989) y durante la primavera (Ungerfeld *et al.*, 2001). La introducción de los carneros parece no afectar la involución uterina de las borregas y se menciona que la tasa de concepción es baja, probablemente debido al efecto del amamantamiento y a la baja condición corporal postparto de las hembras (Wright *et al.*, 1990).

La respuesta de las ovejas a la introducción del macho durante el periodo postparto depende del tiempo transcurrido después del parto (Figura 4). Por ejemplo, en ovejas que parieron

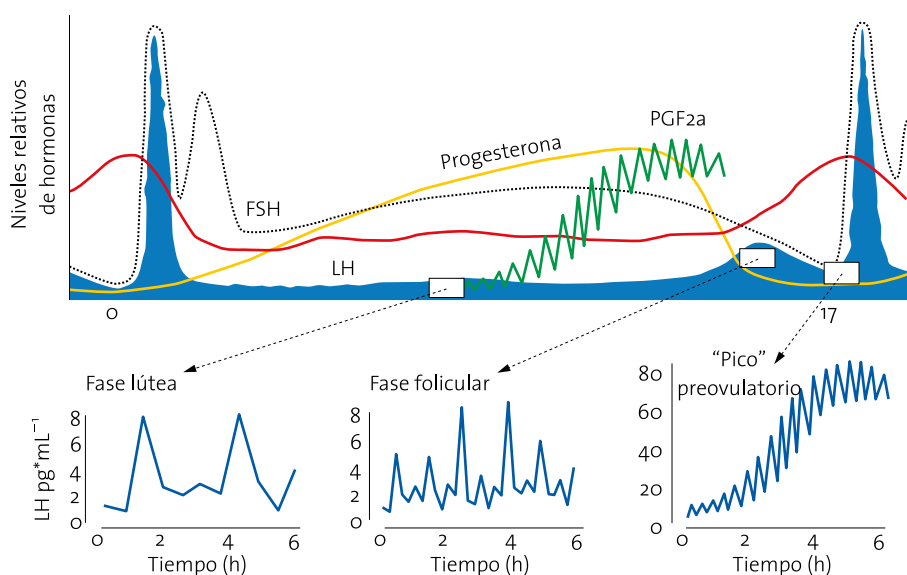


Figura 3. Perfiles hormonales en un ciclo estral normal de ovejas ciclando.



Figura 4. El macho es capaz de inducir la actividad ovárica durante el anestro estacional o postparto.

durante la estación no reproductiva, Khaldi (1984) observó que el porcentaje de hembras que ovularon con la introducción del carnero fue alto después de los 75 días postparto. También, Capai *et al.* (1984) reportaron que el “efecto macho” en ovejas Sarda con alta producción de leche, reduce la tasa de ovulación y retrasa la descarga preovulatoria de LH.

Otro estado fisiológico donde se están iniciando investigaciones con el “efecto macho” es durante la gestación temprana, particularmente en el periodo de implantación, ya que los carneros permanecen constantemente con las hembras después de la inseminación. Al-Gubory (1998) señaló que el hecho de introducir el carnero durante el periodo de preimplantación afecta la prolificidad, ya que las ovejas aisladas de los carneros después de la inseminación tuvieron más partos dobles (72.3%) que las borregas expuestas continuamente al carnero (50.0%).

El “efecto macho” es importante en los rumiantes; por ejemplo, las ovejas Merino responden de manera excelente a dicho fenómeno en algunas razas productoras de carne; como la Poll Dorset es ligeramente útil y en otras como la Suffolk y la Border Leicester, la respuesta es de muy baja a nula, por lo que para estas razas en particular, y en este momento en específico, el “efecto macho” no es una opción de manejo reproductivo, debido a su estacionalidad; además, los machos presentan fuerte disminución de su capacidad reproductiva. Sin embargo, existe un gran campo de acción para mejorar esta situación en todas las razas de ovejas y cabras. Por ejemplo, en carneros Suffolk se ha demostrado

que son muy sensibles al fotoperiodo, razón por la cual el “efecto macho” no funciona; sin embargo, en la actualidad se ha observado que éstos tienen la capacidad de incrementar la producción de hormonas reproductivas durante el anestro estacional cuando entran en contacto con ovejas en estro (“efecto hembra”) (Blache *et al.* (2003), que es una alternativa para mejorar la respuesta reproductiva del macho durante la época de anestro estacional (días largos). Es importante mencionar que tanto para los machos Suffolk como para los Merino, la intensidad de la respuesta al “efecto hembra” depende de manera considerable del nivel nutricional (Blache *et al.*, 2003). También, es necesario descifrar el mecanismo fisiológico que está involucrado en el reconocimiento de la “novedad” (hembras nuevas) y de la “familiaridad” (hembras conocidas) en el “efecto macho”, así como el mecanismo implicado en la respuesta a la introducción de machos “extraños” al rebaño, ya que se sabe mejora la tasa de inducción de la ovulación, además del efecto de hembras jóvenes sobre carneros adultos con experiencia (Bartlewski *et al.*, 2002; Gelez y Fabre-Nys, 2004). Finalmente se considera importante determinar el mecanismo fisiológico por el cual se integra el “efecto hembra” (Walkden-Brown *et al.*, 1999) y el “efecto hembra-hembra” (Zarco *et al.*, 1995).

### Respuestas de la hembra al “efecto macho”

(Martin *et al.*, 1986)



Porcentaje de hembras no cíclicas (no ovulación) que responden al efecto



Porcentaje de hembras que responden según su genotipo (implica probables diferencias de sensibilidad al fotoperiodo).





Porcentaje de hembras que manifiestan estro y una secuencia de ciclos estrales normales de aquellas que responden al efecto.



Mantener el ciclo ovárico después de la inducción de la ovulación (factor crítico si se quiere alcanzar mayor nivel de fertilidad).

## LITERATURA CITADA

- Al-Gubory K.H. 1998. Effects of the presence of rams during pregnancy on lambing performance in ewes. *Animal Reproduction Science*. 52: 205-211.
- Álvarez-Ramírez L., Zarco-Quintero L.A. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria México*. 32: 117-129.
- Bartlewski P.M., Beard A.P., Rawlings N.C. 2000. Ultrasonographic study of ovarian function during early pregnancy and after parturition in the ewe. *Theriogenology*. 53(3):673-689.
- Blache D. 2003. Balance de energía y reproducción en Rumiantes: Procesos endócrinos y neuroendócrinos. III Curso Internacional de Fisiología de la Reproducción en Rumiantes. Colegio de Postgraduados. Septiembre 151-168.
- Cappai P., Cognié Y., Branca A. 1984. Use of the ram effect to induce sexual activity in Sarda ewes. In: Courot, M. (Ed.). *The male in farm animal reproduction*. *Medicine and Animal Science*. 30, 316-323.
- Flores J.A., Véliz F.G., Pérez-Villanueva J.A., Martínez de la Escalera G., Chemineau P., Poindron P., Malpoux B., Delgadillo J. A. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biology of Reproduction*. 62:1409-1414.
- Gelez H., Fabre-Nys C. 2004. The "male effect" in sheep and goats: a review of the respective roles of the two olfactory systems. *Hormone Behaviour*. 46, 257-271.
- Gelez H., Lindsay D.R., Blache D., Martin G.B., Fabre-Nys C. 2003. Temperament and sexual experience affect female sexual behaviour in sheep. *Applied Animal Behavior Science* 84, 81-87.
- González de Bulnes A., López Sebastián A., Santiago Moreno J., Veiga López A., Toledano Díaz A., Contreras I. 2005. Métodos Alternativos en Biotecnologías Reproductivas en ovinos y caprinos. En: *Reproducción de Rumiantes*. Gallegos Sánchez, J., A. Pró Martínez, O. Tejeda Sartorius y S. González Muñoz (eds). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 17-28 p.
- Hawken P.A.R., Esmaili T., Martin G.B. 2007. Nuevas perspectivas y direcciones en el efecto macho en la oveja y cabras. En: *V Curso Internacional Reproducción en Rumiantes*. Eds. O. Tejeda Sartorius, Ma. E. Suarez Oporta, A. Pro Martinez, G. torres Hernandez y J. Gallegos Sánchez. Colegio de Postgraduados, Edo. de México. 1-13 p
- Khalidi G. 1984. Seasonal changes in ovarian activity, estrous behavior and postpartum anestrus length of

### Problemas del empadre durante la época reproductiva

El "efecto macho" funciona con hembras que no están ovulando (hembras pre-púberes, lactantes o que están en anestro estacional). Actualmente, algunos investigadores de Australia, Uruguay y México están estudiando la manera de modificar el ciclo reproductivo de las hembras durante la etapa reproductiva, utilizando el "efecto macho". Estos investigadores han tenido poco éxito; sin embargo, es claro que el objetivo de provocar la ovulación sincronizada sólo con el efecto macho es difícil de lograr. Por ello, se han desarrollado otras alternativas tales como:

#### Efecto macho "retrasado"

Se usan machos infértiles, desviados o con mandil para intentar inducir la ovulación de manera sincronizada al final de la época de anestro y, posteriormente, se introducen los sementales en la época reproductiva temprana

#### Empadres por periodos cortos

Identificación de hembras con gestaciones múltiples o sencillas, que permite el empleo de estrategias de alimentación específicas con el fin de manejar los requerimientos durante la gestación y después del parto.

#### Uso de ultrasonido

Estimación de la edad de un feto con un error de cinco días (González de Bulnes *et al.*, 2005), orientando además el uso de suplementos alimenticios con precisión en las diferentes etapas de desarrollo fetal.

## CONCLUSIONES

**El fenómeno** socio-sexual ("efecto macho") puede ser utilizado en ovejas en anestro estacional o postparto (induce la ovulación) y durante la época reproductiva (ayuda a sincronizar el estro) para lograr mejores resultados. Hasta el momento se recomienda utilizarlo con el "efecto hembra" y también se puede combinar con algún progestágeno. El "efecto macho" es buena alternativa de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva del rebaño.

## AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados por el financiamiento para la realización de estas investigaciones a través del Fideicomiso No. 167304/2010 y líneas de investigación LPI-5 y LPI-11.

- Barbarine ewes: influences of nutritional levels and presence of males. *J These Doct es Sciences, UST Languedoc, France.*
- Knight T.W., Ridland M., Litherland A.J. 1998. Effect of prior ram-ewe contact on the ability of rams to stimulate early oestrus. *Proceedings of ihe New Zealand Society of Animal Production.* 58:178-180.
- Lindsay D.R., Gray S.J., Oldham C.M., Pearce D.T. 1984. The single injection of progesterone. *Animal Production. Australia.* 15, 159-161.
- Martin G.B. Oldham C.M., Cognie Y., Pearce D.T. 1986. The physiological reponse of anovulatory ewes to the introduction of rams- A review. *Livestock Production Science.* 219-247.
- Morales-Terán G., Herrera-Corredor A.C., Pérez-Hernández P., Salazar-Ortiz J., Gallegos-Sánchez J. 2011. Influencia del amamantamiento controlado y del efecto macho sobre el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja pelibuey. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 13: 493-500.
- Pérez H.P., Garcia-Winder M., Gallegos-Sánchez J. 2002a. Postpartum anoestrus is reduced by increasing the within-day milking to suckling interval in dual purpose cows. *Animimal Reproduction Science.* 73:159-168.
- Pérez-Hernández P., Garcia-Winder M., Gallegos-Sánchez J. 2002b. Bull exposure and an increased within-day milking to suckling intervalo reduced postpartum anoestrus in dual purpose cows. *Animal Reproduction Science.* 74:111-119.
- Ungerfeld R., Silva L., Laca M., Carbajal B., Rubianes E. 2001. Fertility of estrus induced with the "ram effect" in lactating and dry Corriedale ewes during the non-breeding season. 35th Congress of the International Society of Applied Ethology. August 4- 8, Davis, C. A., USA.
- Walkden-Brown S.W., Martin G.B., Restall B.J. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement* 52, 243-257.
- Wright P.J., Geytenbeeck P.E., Clarke I.J., Hoskinson R.M. 1989. The efficacy of ram introduction, GnRH administration, and immunization against androstenedione and oestrone for the induction of oestrus and ovulation in anoestrus post- partum ewes. *Animal Reproduction Science.* 21: 237-247.
- Wright P.J., Geytenbeeck P.E. Clarke I.J.1990. The influence of nutrient status of postpartum ewes on ovarian cyclicity and the oestrus and ovulatory responses to ram introduction. *Animal Reproduction Science.* 23:293-303.
- Zarco L., Rodriguez E.F., Angulo M.R.B., Valencia J. 1995. Female to female stimulation of ovarian activity in the ewe. *Animal Reproduction Science.* 39: 251-258.



# LA GANADERÍA DOBLE PROPÓSITO DESDE UNA VISIÓN **Agroecosistémica**

**Vilaboa Arroniz J.**

Colegio de Postgraduados, *Campus-Veracruz*; Km. 88.5 Carretera Xalapa-Veracruz, Predio Tepetates entre Puente Jula y Paso San Juan, C.P. 91690. Apartado Postal 421 C.P. 91700 Veracruz, Veracruz, México.

**Autor responsable:** [jvilaboa@colpos.mx](mailto:jvilaboa@colpos.mx)

## RESUMEN

**E**l enfoque en agroecosistemas es de importancia por las implicaciones que tiene en las zonas tropicales y subtropicales para interpretación de los procesos agroecológicos y socioeconómicos que interactúan en la ganadería bovina doble propósito (GDP). El concepto de agroecosistema ha sido interpretado y utilizado de diversas formas acorde al contexto donde ha sido aplicado, se considera como la unidad de estudio, un modelo abstracto y método de investigación que permite estudiar la realidad. El objetivo del presente trabajo fue hacer una revisión de literatura al respecto y demostrar su aplicación en la GDP como herramienta útil que permite interpretar los de procesos en dicha actividad productiva.

**Palabras claves:** Teoría de sistemas, enfoque de sistemas, niveles jerárquicos.



## INTRODUCCIÓN

**La finalidad** del presente documento es exponer algunos fundamentos sobre el enfoque en agroecosistemas y su utilidad en la ganadería bovina. La importancia de ello radica en que la ganadería bovina de doble propósito es una de las actividades de mayor importancia en el sector pecuario de México, tanto por el inventario como por el número de unidades de producción que representa; por ello la importancia de un enfoque integral que permita interpretar la totalidad de los factores que la constituyen sin demérito o antagonismo a un enfoque reduccionista, más bien de complementariedad entre ambos.

### Generalidades de la ganadería doble propósito

El territorio nacional (México) está constituido por 196 millones de hectáreas, 28% de las cuales albergan vegetación de trópico húmedo y seco. Las zonas agroecológicas en México, donde se desarrolla la actividad pecuaria, determinan en gran parte los sistemas de producción, el tipo de ganado y los productos generados para los mercados. Las actividades pecuarias se realizan en sistemas productivos que van desde los altamente tecnificados e integrados hasta los de tipo tradicional, orientadas principalmente hacia el autoabastecimiento de la familia campesina (Pérez y Rojas *et al.*, 2003). Por tanto, la ganadería es una de las actividades productivas más diseminadas en el medio rural; ocupa el séptimo lugar en la producción mundial de carne bovina (cerca de 5%) y el décimo tercero en la producción de leche (0.17%) (SIAP, 2009). El inventario bovino en México es superior a las 31 millones de cabezas, de las cuales 33% se enfocan en sistemas especializados, a la producción de leche (19%), carne (14%), y 67% al sistema doble propósito (DP) (SIAP-SAGARPA, 2006; INEGI, 2007). Según la Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNG), en México hay más de 800,000 productores pecuarios, de los cuales más de 80% se dedican a la ganadería bovina, ya sea para la producción de leche o de carne (INEGI, 2007); es por ello que es una actividad de gran importancia económica y social. La ganadería DP se desarrolla principalmente en la costa del Golfo de México. En Veracruz, Chiapas y Tabasco se concentra 80% de esta ganadería DP,

la cual genera 19.5% de la producción nacional de leche y 50% de la de carne (INEGI, 2007-SIAP-SAGARPA, 2009).

El sistema de producción de bovinos de doble propósito utiliza razas *Bos indicus* y sus cruza con Suizo, Holstein y Simmental. Tiene dos objetivos fundamentales: la producción de leche que se obtiene de manera manual con el apoyo del becerro para estimular su descenso, y la producción de carne mediante la cría de becerros al destete.

### ¿Qué es un agroecosistema?

El agroecosistema tiene sus bases en el enfoque de sistemas (ES) y la Teoría General de Sistemas (TGS) propuesta por Bertalanffy (1976). El ES aborda el problema de la complejidad a través de una forma de pensamiento basada en la totalidad y sus propiedades. Este enfoque complementa al criterio reduccionista-mecanicista de la ciencia, que considera la contracción del fenómeno de estudio a sus elementos para analizarse de manera aislada e explicar su comportamiento; de esta manera, la sumatoria de las explicaciones encontradas de manera aislada explica el comportamiento del fenómeno como un todo (Saravia, 1985). La idea esencial del ES radica en que en los sistemas no hay unidades aisladas; por el contrario, todas sus partes actúan con una misma orientación y finalidad común, siendo necesario el funcionamiento correcto de los elementos que lo integran para el eficaz desempeño del todo en su conjunto (Chiavenato, 1976); además, dicho enfoque facilita la unificación de varios campos del conocimiento (ciencias físicas, ecológicas, biológicas y sociales) (Valdivia *et al.*, 2007). La TGS se presenta como un enfoque científico de representación e interpretación de la realidad, ya que incorpora los principios de las disciplinas científicas tradicionales para

resolver problemas complejos, utilizando los isomorfismos



fismos o paralelismos de una ciencia para aplicarlos a otras (Checkland, 1990). El agroecosistema se considera como un sistema abierto que tiene relación permanente con su entorno mediante el intercambio de energía, materia, información e interacción constante entre el sistema y el ambiente (Faden y Beauchamp, 1986; Chiavenato, 1997); así presenta estructura, componentes, límites, función e interacción entre componentes, entradas (inputs), salidas (outputs) y una re-alimentación; todo ello funciona en un proceso sinérgico para lograr un objetivo definido (Hart, 1985) y su estudio puede ser en función de los elementos antes descritos (Johansen, 2000). La interacción entre componentes proporciona las características estructurales a la unidad; los componentes básicos que conforman el agroecosistema deben presentarse en cierta proporción y arreglo para que se tenga un sistema con una estructura definida. Entre los componentes del sistema se establecen relaciones o interacciones que deben ser entendidas y consideradas al analizar el sistema en su conjunto. Naturalmente los sistemas no están limitados y es el hombre quien, de acuerdo con sus fines, establece estos límites arbitrariamente, ya que el concepto de agroecosistema se modifica en relación con el objeto de estudio, siendo el investigador quien, de acuerdo con su interés de estudio, materiales y recursos financieros disponibles, delimita su área de investigación con la finalidad de hacer eficiente el uso de sus recursos en función del tiempo, espacio y dinero disponible para investigar. El objetivo del agroecosistema coincide con los productos de salida (outputs): alimentos, materias primas y servicios.

### Concepciones de agroecosistemas

La palabra agro hace referencia al campo o tierra entendidos como fuente de producción (Ruiz, 2006a), la cual se relaciona con agricultura, entendida según Hernández (1988) como la actividad en la que el hombre en un ambiente determinado maneja los recursos disponibles (naturaleza, energía e información) para producir los alimentos que satisfagan sus necesidades. La raíz eco (de ecosistema) es la interrelación e interacción entre los organismos y su ambiente con una finalidad (Ruiz, 2006b). En 1985, Conway aplicó la teoría y el enfoque de sistemas al estudio de los agroecosistemas (AGES); éste lo conceptúa como un ecosistema modificado por el hombre que interactúa con factores socioeconómicos y tecnológicos para la utilización de los recursos naturales con fines de producción para la obtención de alimento y servicios en beneficio del hombre (Ruiz, 1995). Harper (1974) realizó la primera conceptualización de agroecosistema. Hernández X. (1977) fue el pionero en introducir el concepto en las investigaciones mexicanas; lo define como un ecosistema modificado en menor o mayor grado por el hombre para la utilización de los recursos naturales en los procesos de producción agrícola. Montaldo (1982) señala que el hombre es quien origina el sistema por su acción en el ecosistema natural, teniendo como objetivo la utilización del medio en forma sostenida para obtener productos agropecuarios. Odum (1984) menciona que los AGES son ecosistemas domesticados por el hombre, entendiendo esto como el proceso a través de la historia en el cual el hombre ha domado a especies (vegetales y animales) con el fin de obtener productos y servicios. Hart (1985) menciona que el AGES es un sistema formado por un grupo de especies características de un hábitat determinado (biótica) y el ambiente con el que interactúa, procesando entradas de energía y materiales que producen salidas. Al AGES Conway (1987) lo define como un ecosistema modificado por el hombre para la obtención de productos. Marten y Rambo (1988)

lo definen como un complejo de recursos ambientales y otros factores que el hombre ha modificado para la producción agrícola. En 1990, Conway y McCracken definieron el AGES como un sistema ecológico modificado por el hombre para la producción de alimentos, fibras y otros productos agrícolas; Mariaca (1993) define al AGES como un área de estudio con ciertas propiedades o características que la diferencian de otras por encima de lo que puede ser un ecosistema natural. Para Ruiz (1995), el AGES es la unidad de estudio donde interactúan diversos factores (tecnológicos, socioeconómicos y ecológicos) para obtener productos que satisfagan las necesidades del hombre por un periodo de tiempo. Altieri (1995) menciona que una parte fundamental de los AGES es el ente controlador (hombre, familia), siendo éste quien modifica, interviene, orienta y define la producción, convirtiéndose en el administrador del sistema pues toma la decisión respecto a la finalidad del mismo. Martínez (1999) considera al AGES como un modelo conceptual que prioriza el rol que desempeña el controlador en la toma de decisiones; Gallardo *et al.* (2002) menciona que la diversidad de factores que influyen en el AGES ocasionan problemas en diferentes dimensiones, por lo que es necesario el diagnóstico que permita determinar las prácticas, asociación, factores y finalidad del mismo.

### Agroecosistema y ganadería bovina

Citando a Krantz (1974), Altieri (1995) menciona que las expresiones agroecosistema, sistema agrícola y sistema agrario se utilizan como sinónimos para referirse a las actividades agrícolas, ya que forman parte de un

mismo paradigma de investigación (conjunto de teorías, conceptos y metodologías) que permite interpretar la realidad; etimológicamente las palabras que conforman estas definiciones presentan el mismo significado. Tanto los AGES como los sistemas de producción (SP) se representan como sistemas abiertos; además, ambos presentan al hombre como el ente controlador y tomador de decisiones.

El SP animal se concibe como grupo de animales manejados de manera homogénea, mediante el conjunto ordenado de intervenciones en el ámbito de la selección, reproducción, alimentación, higiene y salud (Dufumier, 1985). Un SP se define como un conjunto particular de actividades (sistema de manejo) desarrolladas para producir una serie de productos o beneficios (FAO, 1997). El SP bovina doble propósito se entiende como el conjunto de plantas y animales, el cual se desarrolla en un medio físico-biótico y social que es controlado por el hombre mediante técnicas y herramientas para la obtención de productos (carne y leche). La finalidad del SP determina la organización de los procesos productivos mediante una estrecha relación con el tamaño del sistema, la disponibilidad de recursos y la situación socioeconómica del productor.

**Aplicación del enfoque y concepto de agroecosistema en la ganadería doble propósito**

El agroecosistema se define como un ecosistema modificado por el hombre que interactúa con factores socioeconómicos y tecnológicos para la utilización de los recursos naturales con fines de producción (Ruiz, 1995). El agroecosistema, entendido como un modelo conceptual y método de investigación, se puede aplicar a la GDP para abordar aspectos agroecológicos, físicos, químicos, biológicos, económicos y sociales, entre otros, que ocurren en este sistema de producción; esto permite estudiar la complejidad de procesos desde diversos enfoques (agroecológico, técnico y socioeconómico, entre otros), dependiendo del interés de la investigación. En un sentido estricto, los AGES son sistemas de relaciones entre los organismos copartícipes en

la agricultura (Ruiz, 2006), considerando la complejidad de las interacciones sociales, económicas y ecológicas presentes, y el nivel jerárquico en que se conceptualice (Ruiz, 2006) (Cuadro 1).

**Algunos factores de importancia que intervienen en la ganadería bovina de doble propósito**

De acuerdo con lo planteado por Altieri (1995), en los AGES bovinos de doble propósito existen tres factores que se interrelacionan: agroecológicos, técnico-productivo y socioeconómicos (Figura 1).

Los factores agroecológicos son los elementos que provienen de la tierra, del agua, del clima y de la vegetación natural. Los elementos importantes son: área y topografía del predio, tipo de suelo, disponibilidad de agua, precipitación pluvial, evaporación, radiación solar y temperatura. Las principales interacciones para la producción, considerando que la interac-

ción entre los demás factores es correcta, se da en la relación suelo-planta-bovino, en donde se llevan cabo diversos procesos físico-químicos para la producción de forraje de la planta (productor primario), que sirve de alimento para los bovinos (consumidor primario); éstos, a su vez, sirven de alimento (carne y leche) para el hombre (consumidor secundario). Esta interacción es la más importante y le da funcionalidad al sistema de producción en general; ya que la vegetación natural (gramas nativas) es la base de la alimentación para el ganado bovino doble propósito.

Factores socioeconómicos. Consideran la política ganadera a nivel nacional y estatal, los aspectos sociales del productor, el tipo de administración, la comercialización de los productos (carne y leche), ya que el ganadero maneja los recursos naturales y económicos para la producción bovina, basados éstos en incentivos económicos. Los factores que determinan los recursos sociales son el número de personas que laboran en el rancho ganadero, la fuerza de trabajo (mano de obra familiar o contratada), y las características culturales, tales como edad, escolaridad y tipo

Cuadro 1. El agroecosistema y sus interrelaciones jerárquicas

Objeto de estudio	Aspectos relacionados con el interés de estudio
Mundo	Relación con el mundo
País	Políticas económicas y ganaderas
Región ganadera	Social, económico y político
Agroecosistema bovino	Físico-biológicos, socioeconómicos
Sistema de producción	Físico-biológicos y financieros (\$)
Bovino	Físico-biológicos

Fuente: Adaptado de Trebull, 1990.

de tenencia de la tierra, entre otros. Dentro del factor económico se encuentran los recursos de capital, bienes y servicios utilizados por el productor para el manejo de los factores agroecológicos para la producción bovina. Además, se consideran los aspectos comerciales, como la estructura del mercado, los tipos de canales de comercialización para la carne y leche, y la ubicación del predio respecto al mercado, entre otros.

**Factores técnico-productivos.** Son los recursos utilizados para la producción de carne y leche mediante un manejo alimenticio, sanitario y reproductivo. Los flujos de energía, materia, información, recursos financieros y humanos mediante el proceso de recibir entradas y producir salidas, es lo que le da función al AGES. Los sistemas de producción bovina pueden verse como un sistema cuya función es aprovechar los recursos naturales, materiales, financieros y tecnológicos (entradas) para producir leche y carne (salida). Todas las entradas son manejadas por el productor que, en conjunto, son procesadas de cierta manera con la finalidad de obtener una salida (producto: carne o leche) que tenga un buen precio en el mercado y que se traduzca a su vez en un ingreso económico para el ente controlador.

El objetivo del AGES coincide con los productos de salida (leche y carne) que tienen un valor comercial en el mercado. Desde el punto de vista económico, los sistemas de producción bovina DP tienen como objetivo principal la maximización de la ganancia bajo las restricciones de su tecnología; es decir, la producción de leche, pie de cría y carne de bovino para el abasto a un determinado costo de producción que genere un ingreso económico aceptable que permita el

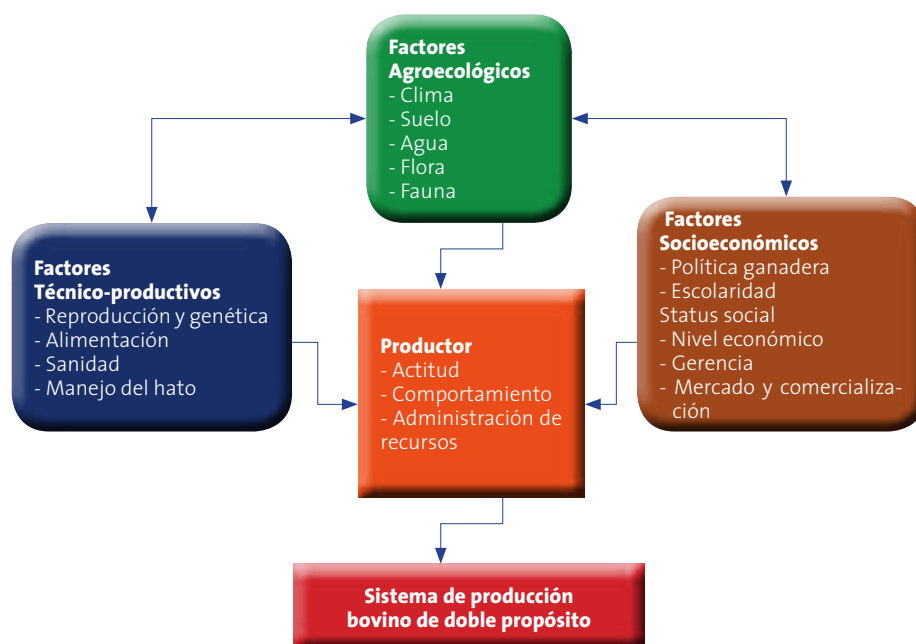


Figura 1. Factores agroecológicos, técnico-productivos y socioeconómicos relacionados con la ganadería doble propósito.

funcionamiento del SP y a su vez cree un excedente económico para el productor. Estos tres factores interrelacionados, con base en la actitud, comportamiento y administración del sistema de producción, permiten que el AGES sea evaluado, entre otros, por su productividad, cantidad de bienes producidos como kg de carne por hectárea, litros de leche por ordeña, en relación con las entradas (materiales, energía, información) que se hicieron para la producción; por su estabilidad, constancia de la producción (de año en año) a pesar de factores agroecológicos adversos; por su sustentabilidad, mantener a largo plazo la productividad con el manejo adecuado de los recursos naturales y que no comprometan la disponibilidad de éstos para futuras generaciones; o por su autonomía; es decir, la autosuficiencia o dependencia del AGES al mercado para la producción (Conway, 1985; Marten y Rambo, 1988). El enfoque y concepto de AES considera la interrelación que existe entre los factores agroecológicos, técnico-productivos y socioeconómicos inmersos en la ganadería bovina que permite dar solución problemas puntuales en cada uno de estos factores.

**El ganadero, como ente controlador, determina el tipo y cantidad de inputs, administra el sistema de producción y determina la cantidad de outputs. Asimismo, éste puede establecer dentro del mismo AGES otros sistemas de producción ya sea agrícola (por ejemplo, caña de azúcar) o pecuaria (ovinos) que se relacionan con el bovino doble propósito, además de poder realizar actividades extra-finca que permitan la inyección o extracción de dinero del SP para desarrollar otras actividades no relacionadas con el sector agrícola o viceversa.**

El AGES bovino es la unidad de estudio conformada por un componente biótico, definido por la cobertura vegetal-animal, que interactúa con un componen-

te abiótico (suelo, aire, agua, temperatura, precipitación, entre otros), el cual es manejado por el ente controlador (productor, familia, empresa) y condicionado su funcionamiento por las condiciones socioeconómicas y culturales del mismo, el cual está dinámicamente relacionado con el medio externo (otros componentes y agentes de la cadena agroalimentaria y agroindustrial) (Vieria, 1999 modificado por J-Vilaboa, 2008).

El hombre se relaciona como especie con el ecosistema que modifica, y con los factores abióticos y bióticos que influyen en éste; sin embargo, como individuo ejerce relaciones sociales al desarrollar los procesos productivos que le permiten obtener alimentos.

El concepto de AGES varía dependiendo de su enfoque de acción y objeto de estudio, ya que se trata de un modelo abstracto y un método de investigación que ha sido utilizado de diversas formas a partir del contexto donde se ha aplicado y del punto de vista desde el que se desea estudiar, lo que permite determinar al AGES como la unidad de estudio con la que se puede interpretar la realidad desde un enfoque que puede integrarse con otros.

## CONCLUSIONES

**Para entender** la ganadería bajo un enfoque agroecosistémico, se debe considerar la importancia de los aspectos físico-biológicos relacionados con la ecología, como el fuerte contenido social que presentan, pues para lograr la producción de alimentos, bienes y servicios que demanda la sociedad, se deben establecer y desarrollar ciertos procesos sociales, económicos, culturales y políticos que permitan tal fin.

## LITERATURA CITADA

- Altieri M.A. 1995. El agroecosistema: Determinantes, Recursos, Procesos y Sustentabilidad. *In: Agroecología: Bases Científicas para una agricultura sustentable*. 2da Edición. Editorial CLADES. Santiago de Chile. pp. 22-31.
- Bertalanffy L.V. 1976. Teoría General de los Sistemas. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. pp. 1-24.
- Conway G. 1987. The properties of agroecosystems. *Agric. Systems*. 24: 95-117.
- Conway G., McCracken A. 1990. Rapad rural appraisal and agroecosystem analysis. *In: Altieri, M.A. and Hecht, S.B. (Ed.). Agroecology and small farms development*. CRC Press. Boston, USA. pp 221-234.

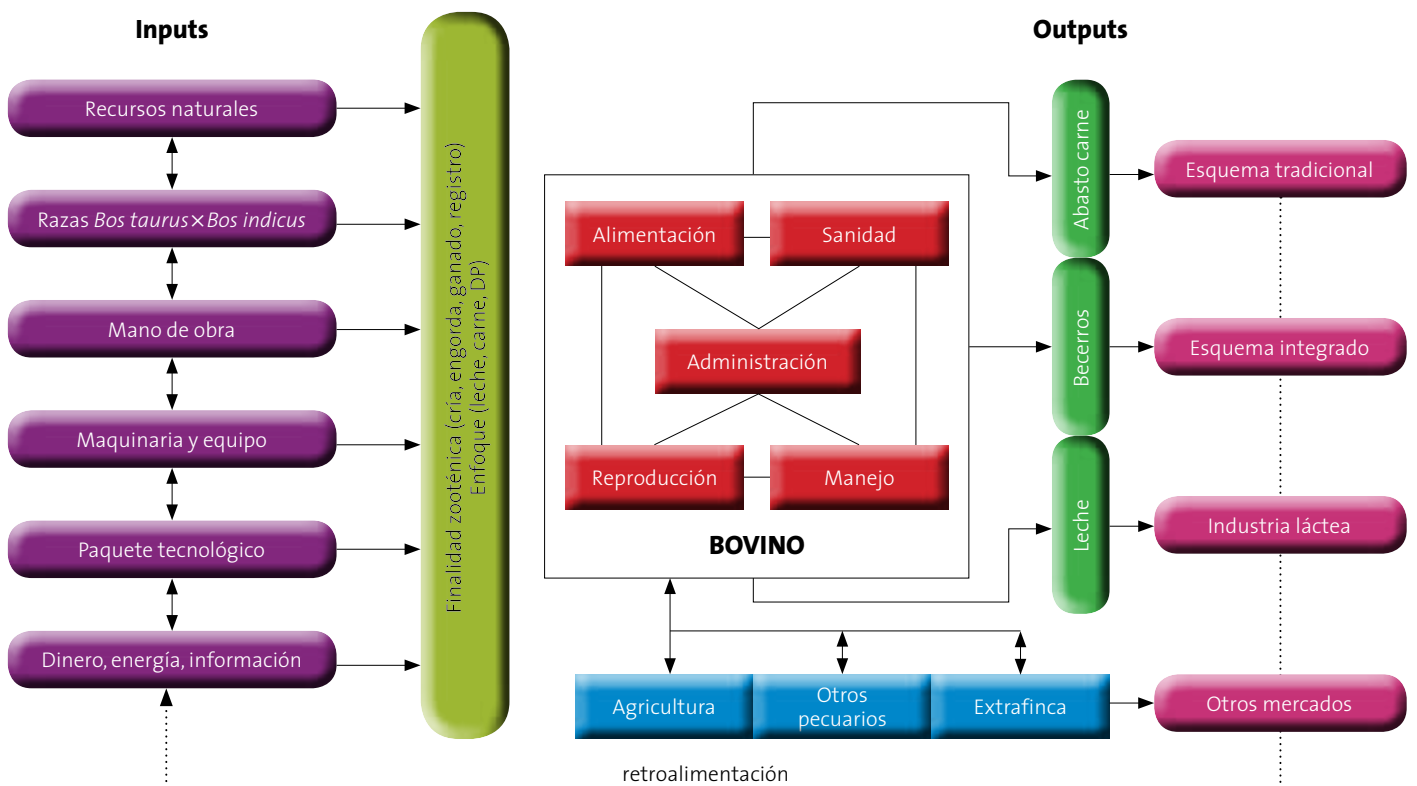


Figura 2. Modelo de agroecosistema bovino doble propósito (Elaborado por Julio Vilaboa Arroniz).



- Chechland P. 1990. La materia de los sistemas. *In: Pensamiento de sistemas, Práctica de Sistemas.* Grupo Noriega Editores. México. pp. 1-35.
- Chiavenato I. 1976. Introducción a la Teoría General de la Administración. 3ra. Edición. Edit. McGraw-Hill. 1992. von Bertalanffy, Ludwig. Teoría General de Sistemas. Petrópolis, Vozes. pp. 621-643.
- Chiavenato I. 1997. Teoría de sistemas *In: Introducción a la Teoría General de la Administración.* Cuarta edición. McGraw-Hill. pp. 725-761.
- Dávila A. 1999. Las perspectivas metodológicas cualitativa y cuantitativa en las Ciencias Sociales: Debate teórico e implicaciones praxeológicas. *In: Métodos y técnicas cualitativas de investigación en Ciencias Sociales.* Síntesis Psicología. España. pp. 69-83.
- Dufumier M. 1985. Systemes de production et développement agricole dans le tiers-monde. Cahiers de la Recherche-Developpement 6: 31-38pp.
- Faden R., Beauchamp T. 1986. A history and theory of informed consent; New York, Oxford, Oxford University Press, 1986, p. 237
- Galicia S. 2005. Capítulo 3. Elementos teóricos generales para la conceptualización de la ciencia. *In: Introducción al estudio del conocimiento.* Pp. 73-91. Editorial Plaza y Valdez. México.
- Gallardo F., Riestra D., Aluja A., Martínez J. Factores que determinan la diversidad agrícola y los propósitos de producción en los agroecosistemas del municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. *Agrociencia* 36 (4): 495-502.
- Harper L. 1974. Population biology of plants. Academic Press. London. 18 p.
- Hart D. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 156 p.
- Hernández X.E. (edit). 1977. Agroecosistemas de México. CP-ENA. p. 42
- Johansen B. 2000. Introducción a la teoría general de sistemas. Editorial Limusa. Grupo Noriega Editores. 167. p.
- INEGI. Censo Agropecuario 2007. Disponible en línea: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx). Consultado en abril, 2008.
- Mariaca M. 1993. Agroecosistemas, concepto central de la ecología: Búsqueda del desarrollo de un modelo aplicativo. *In: Seminario Internacional de Agroecología.* Universidad Autónoma Chapingo. México. 11 p.
- Martínez JP. 1999. Modelo conceptual de agroecosistema para el desarrollo agrícola sustentable basado en el hombre. IV Reunión Nacional sobre Agricultura Sustentable. Jalisco, México. 8 p.
- Marten G., Rambo T. 1988. Guidelines for writing comparative case studies on Southeast Asian rural ecosystems. *In: K. Rerkasem and A. Terry Rambo (eds.), Agroecosystem Research for Rural Development,* p. 263-285. Multiple Cropping Centre, Chiangmai University, Thailand.
- Montaldo P. 1982. Agroecología del Trópico Americano. IICA, San Jose, Costa Rica. p.11
- Odum P. 1985. Fundamentos de ecología. Nueva Editorial Interamericana. México. p. 422
- Padrón J. 1998. La estructura de los procesos de investigación. *USR. Venezuela.* p. 15.
- Ruiz O. 1995. Agroecosistema. Término, concepto y su definición bajo el enfoque agroecológico y sistémico. *In: Seminario Internacional de Agroecología.* UACH. Estado de México. pp. 29-31.
- Pérez P., Rojo R., Álvarez A., García J. 2003. Necesidades investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz. *Fundación Produce Veracruz.* Veracruz, México. 170 p.
- Ruiz O. 2006a. Enfoque de sistemas y agroecosistemas. *In: Agroecología y Agricultura Orgánica en el Trópico.* López, O., Ramírez, S., Ramírez, M., Moreno, G., Alvarado, A. (edit). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-Universidad Autónoma de Chiapas. pp. 27-35.
- Ruiz O. 2006b. Agroecología: Una disciplina que tiende a la transdisciplina. *Inter-ciencia* 31 (2):140-145.
- SIAP. 2006. Sistema de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera Veracruz. Producción pecuaria (bovinos). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>. (Consultado en Abril del 2007).
- Saravia A. 1985. Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Costa Rica. pp. 35-37.
- Trebull G. 1990. Principles and steps of the method of diagnosis on agrarian systems: A case study from Sathing Phra area Southern Thailand. *In: Farming systems research and development in Thailand.* Kasetsart and Prince of Songkla Universities, Thailand. pp. 29-44.
- Trueta R. 2003. Crónica de una muerte anunciada, Impacto del TLC en la Ganadería Bovina Mexicana. Memorias. XVII Congreso Nacional de Buiatría. Villahermosa, Tabasco. México. pp 57-87.
- Valdivia, A., Carranza, R., Gutiérrez. 2007. La cadena productiva lechera en Aguascalientes: Su integración y competitividad. Primera Edición. Universidad Autónoma de Aguascalientes. pp. 30-42
- Vieira, F. 1999. El método de escenarios para definir el rol de los INIA' s en la investigación agroindustrial. *In: Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional ISNAR.* Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del cono Sur PROCISUR. La Haya, Países Bajos. pp. 6-36.



# PRODUCCIÓN DE CARNE CON *Leucaena leucocephala* Lam de Wit EN BANCO DE PROTEÍNA Y ASOCIACIÓN DE

*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth Y *Cynodon plectostachyus* (K) Schum. Pilger

Aguirre-Medina, J.F.<sup>1</sup>, Martínez-Tinajero, J.J.<sup>1</sup>, Ley de Coss, A.<sup>1</sup>, Velazco-Zabadúa, M.E.<sup>2</sup>

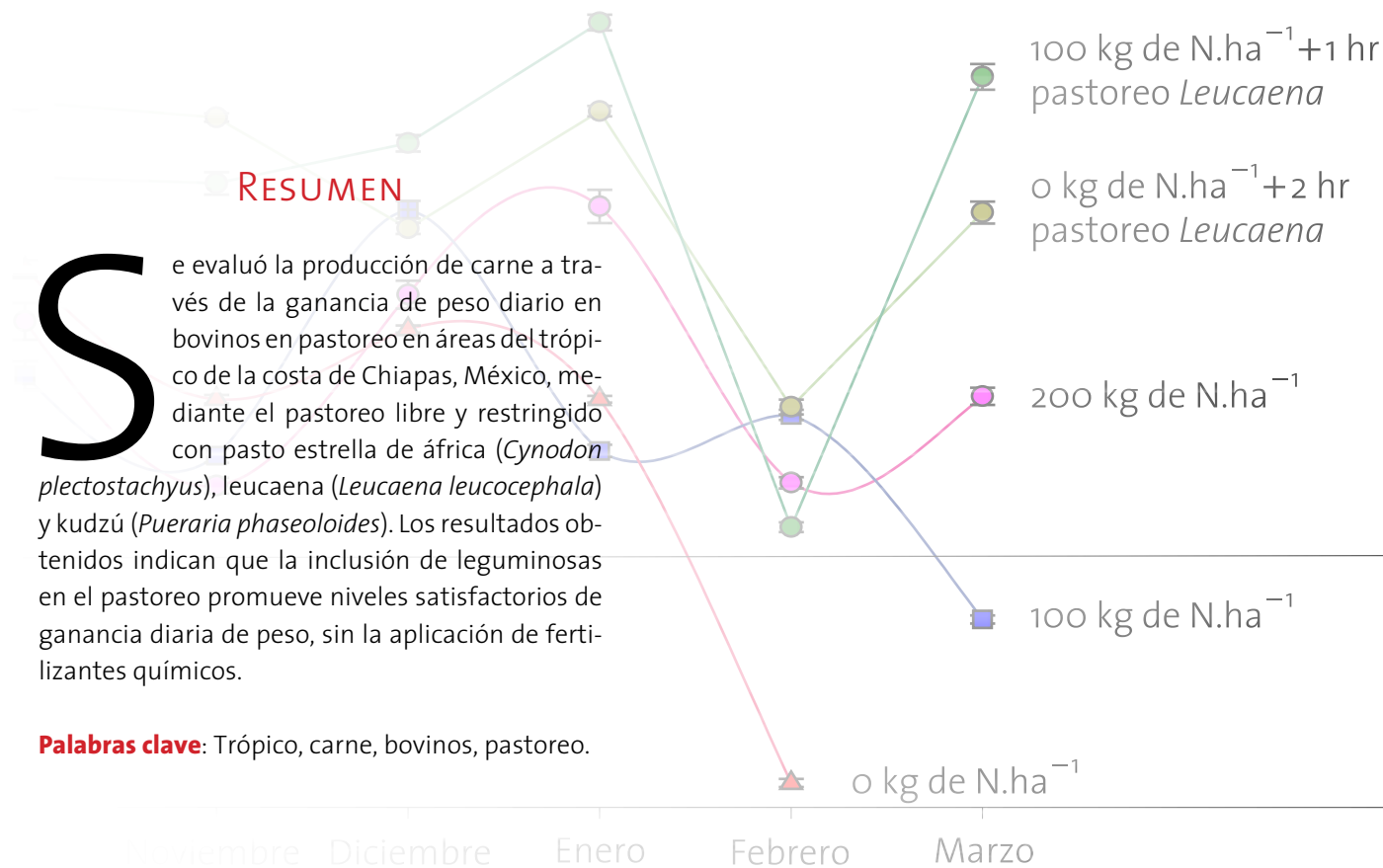
<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Entronque carretera costera y Estación Huehuetán. CP 30660. Fax (964)6270439. Huehuetán, Chiapas, México. <sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Autónoma de Chiapas. Boulevard Belisario Domínguez 1081, 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Autor responsable: [juanf56@prodigy.net.mx](mailto:juanf56@prodigy.net.mx)

## RESUMEN

**S**e evaluó la producción de carne a través de la ganancia de peso diario en bovinos en pastoreo en áreas del trópico de la costa de Chiapas, México, mediante el pastoreo libre y restringido con pasto estrella de áfrica (*Cynodon plectostachyus*), leucaena (*Leucaena leucocephala*) y kudzú (*Pueraria phaseoloides*). Los resultados obtenidos indican que la inclusión de leguminosas en el pastoreo promueve niveles satisfactorios de ganancia diaria de peso, sin la aplicación de fertilizantes químicos.

**Palabras clave:** Trópico, carne, bovinos, pastoreo.



## INTRODUCCIÓN

La alimentación de los bovinos en las regiones tropicales del sureste de México se basa en gramíneas (Poaceae) introducidas, especialmente de África y algunas leguminosas nativas que crecen asociadas a estos pastos. En todos los casos, la producción de materia seca de las gramíneas depende de la distribución estacional de la precipitación, debido en parte al sistema radical fibroso que en general presentan estas monocotiledóneas. Durante la temporada de lluvias, que comprende de junio a noviembre, la disponibilidad de agua es superficial en el perfil del suelo y en consecuencia suficiente para la producción de forraje. Al final de la temporada de lluvias, o bien, durante la temporada de estiaje (diciembre-mayo), la humedad del suelo disminuye y las pasturas reducen su crecimiento de manera concomitante. Este factor se expresa con mayor intensidad donde los suelos presentan texturas medianas y bajos contenidos de nitrógeno, y la combinación de estos factores ocasiona que la mayoría de los productores decidan por la venta de toretes en la temporada de secas, para ser engordados en otras regiones de México (Maldonado *et al.*, 2009). Para resolver lo anterior se han buscado diferentes alternativas para lograr una producción de forraje suficiente durante todo el año. Algunas de ellas se relacionan con la inclusión de especies de la familia de las leguminosas (Fabaceae). La *Leucaena leucocephala* ha sido considerada una especie importante no sólo para la ganadería, sino también para la reforestación (Trujillo, 2010; Zárate, 1994).

El Kudzú (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth) (Fabaceae) es una planta rastrera que se adapta a suelos bien drenados y de mediana a alta fertilidad, y no soporta encharcamientos. En la Costa de Chiapas, México se asocia con la rizobia nativa (*Rhizobium* spp.) y no requiere inoculación artificial. Se adapta a periodos no muy prolongados de sequía y en casos extremos tira la hoja. La importancia de las leguminosas en ser utilizadas con fines pecuarios derivan de grandes atributos morfológicos y fisiológicos que pueden apoyar en la producción de biomasa forrajera en la temporada de secas, cuando las gramíneas no logran hacerlo en las cantidades requeridas.

*Leucaena leucocephala* tiene un sistema radical pivotante y profundo que le permite extraer agua y nutrientes de perfiles del suelo donde las raíces de las gramíneas, generalmente, no exploran. El Kudzú presenta raíces más superficiales, pero abundantes que representan 25% del total de sus componentes del rendimiento. Ambas especies poseen la facultad de asociarse a bacterias fijadoras de nitrógeno (Aguirre-Medina y Valdés, 1993 ab), así como a ciertos hongos endomicorrízicos (Aguirre-Medina y Velazco, 1994) que le permiten aumentar la calidad de biomasa para el pastoreo, sobre todo con mayores niveles de proteína. Con base en lo anterior, se presentan resultados de investigación generados en la costa de Chiapas, México, con impacto en el desarrollo vegetal, producción de materia seca y persistencia de *Leucaena leucocephala*.

### Siembra en campo

*L. leucocephala* se puede establecer por semilla o por medios vegetativos. La forma más común y práctica es por semilla, la cual debe escarificarse debido a que

posee una testa gruesa e impermeable que la protege del agua y otros factores del ambiente y representa 52% del peso total de la semilla. Este atributo es de gran importancia para el almacenamiento de la semilla por periodos largos, pero con fines de siembra la testa debe ser “reblandecida” para favorecer la germinación. Los métodos más usuales son sumergiendo la semilla por uno a tres segundos en ácido sulfúrico, o bien, raspando (fricción) mecánicamente con papel lija. El procedimiento más recomendable por su facilidad, menos riesgo y eficiencia, consiste en meter la semilla en un costal o saco de tela y sumergirla en agua caliente (80 °C) por tres a cuatro minutos; posteriormente, se extiende para que seque y se siembra.

**Preparación del terreno.** Para su establecimiento en “banco de proteína” es necesario barbechar el terreno con dos pasos de rastra. Si se va a asociar a una pradera de gramínea rastrera (pasto, zacate), se debe realizar un corte previo al pasto para reducir su tamaño a 5 cm de altura y surcar a una distancia de 0.50 a 1.0 m, dependiendo del uso final de la siembra, que bien puede ser para corte o pastoreo.

**Época y densidad de siembra.** El sembrado debe hacerse al inicio de la temporada de lluvias. La siembra se hace manual a chorrillo, distribuyendo la semilla a una densidad de 10-15 kg.ha<sup>-1</sup>, dependiendo de la distancia entre surcos. Para pastorear en “bancos de proteína”, la distancia más usual es a un metro. Para corte se puede sembrar a 0.50 m, asociada con el pasto estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), con distancia entre surcos de 1.50 a 2.0 m, a una profundidad de siembra de entre 2 y 4 cm (Figura 1).

*L. leucocephala* tiene un crecimiento inicial lento después de la siembra y es invadida por malezas; por ello, es conveniente utilizar herbicida pre emergente para reducir esta competencia. Se sugiere el uso de Alaclor (2-cloro-2-(6-dietil-N-metoximetilacetil)acetamida: Acetoanilida),  $4 \text{ Lha}^{-1}$ , que reduce notablemente la competencia en los primeros 40-50 días del cultivo.

**Biofertilización.** Se recomienda inocular con *Rhizobium loti*, hongos endomicorrizicos como *Rhizophagus intraradices* (Aguirre-Medina y Velazco, 1994) y *Azospirillum brasilense* (Ruiz-Torres *et al.*, 2005). Se han seleccionado cepas de *Rhizobium loti* (Jordán, 1983) en la Costa de Chiapas (Martínez *et al.*, 1982), pero se encuentra en muchos suelos de América y, con excepción de los suelos muy ácidos, genera nódulos en casi todas las regiones tropicales y subtropicales de México (Figura 2).

El Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) se siembra en la costa de Chiapas, México, al inicio de la temporada de lluvias (julio), asociándolo con el pasto estrella ya establecido. Para tal fin se realiza un chapeo de bajo porte y, posteriormente, se surca a un metro de distancia entre surcos y la semilla se deposita a "chorrillo" (de forma continua en el surco) a una densidad de  $6 \text{ kg ha}^{-1}$ .

### Manejo de praderas

El manejo de praderas para el pastoreo animal involucra obtener la máxima producción de manera sostenida, relacionándolo con la carga animal por hectárea y la capacidad de producción de forraje. *L. leucocephala* ha sido estudiada en la costa de Chiapas en la modalidad de pastoreo restringido en banco de proteína; es decir, se destina un lugar al monocultivo de la leguminosa donde se introducen los animales al consumo de la planta, solamente cierto tiempo del día (Figura 3).

### Crecimiento de *Leucaena leucocephala* para pastoreo en Chiapas

La decisión de pastoreo (ramoneo) se debe a la necesidad de regular el corte de *L. leucocephala* para que el animal no consuma en exceso y evitar su intoxicación con el compuesto "mimosina". Además de lo anterior, el cultivo se logra conservar por más tiempo. En un ensayo realizado en el municipio de Pijijiapan, Chiapas, se obtuvieron resultados en la producción de carne con esta planta, en suelos de mediana fertilidad, con pH de 6.4, 3.2% de materia orgánica, 0.17% de nitrógeno,  $24.1 \text{ mg kg}^{-1}$  de fósforo y  $171 \text{ mg kg}^{-1}$  de potasio. La pradera se estableció un año antes



Figura 1. Establecimiento de un banco de proteína forrajero a base de *Leucaena leucocephala*.

por semilla y distancia entre surcos de 1.0 m. El estudio se efectuó en condiciones de temporal y se desarrolló bajo humedad residual. Las plantas de *L. leucocephala* se mantuvieron a un metro de altura mediante podas para facilitar el ramoneo. Para efectuar la rotación de potreros en el



Figura 2. Aislamiento y selección de cepas de *Rhizobium*.



Figura 3. Banco de proteína a base de *L. leucocephala* para "ramoneo" por espacios restringidos.

pasto (estrella de África), se dividió en dos partes iguales y la de *L. leucocephala* en tres. Se consideró el pastoreo restringido de 6 a 8 am, y el resto del tiempo el ganado bovino pastoreó el pasto. La fertilización nitrogenada se aplicó en dos partes iguales, la primera al inicio del estudio y la segunda 28 días después.

Se utilizaron animales de cruce Cebú-Suizo, que son los más comunes en la región, con un peso promedio inicial de 214 kg y 18 meses de edad. Se utilizó carga fija de cinco cabezas por hectárea en pastoreo rotacional. Antes del inicio del experimento, se vacunaron y desparasitaron. Se evaluaron los siguientes tratamientos: 1) Pastoreo todo el tiempo en estrella de África sin fertilizar; 2) Pastoreo todo el tiempo en estrella de África sin fertilizar, más dos horas diarias de pastoreo en *L. leucocephala*; 3) Pastoreo en estrella de África fertilizado con 100 kg de N ha<sup>-1</sup>; 4) Pastoreo en estrella de África fertilizado con 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, más una hora de pastoreo en *L. leucocephala*; y 5) Pastoreo en estrella de África fertilizado con 200 kg de N ha<sup>-1</sup>. El pastoreo en estrella de África más el pastoreo restringido en *L. leucocephala*, generó los aumentos superiores por animal desde el inicio del experimento, en comparación con los otros tratamientos. En el mes de febrero, todos los tratamientos tuvieron pocas ganancias de peso y el testigo registró las mayores pérdidas por animal día<sup>-1</sup> (Figura 4).

El tratamiento de estrella fertilizado con 100 kg de N ha<sup>-1</sup> registró pérdidas en marzo y, contrario a este comportamiento, los tratamientos con *L. leucocephala* incrementaron su ganancia animal día<sup>-1</sup>, de la misma manera como se presentó en el tratamiento con 200 kg de Nitrógeno ha<sup>-1</sup>. Los primeros meses de evaluación no se encontraron diferencias entre los tratamientos fertilizados, seguramente por la humedad disponible en el suelo en combinación con el nitrógeno aplicado, logrando así producir suficiente biomasa para los animales en pastoreo. Cuando la humedad en el suelo fue limitante; es decir, durante los meses de febrero y marzo, se presentaron los valores más bajos de la evaluación y, en algunos tratamientos, como el testigo, y donde se aplicaron 100 kg de N ha<sup>-1</sup> se registraron pérdidas de peso. El promedio total de las ganancias de peso animal día<sup>-1</sup>, durante el periodo de evaluación para todos los tratamientos, se presentan en la Figura 5. En forma general los mejores tratamientos fueron el pastoreo en estrella de África con y sin nitrógeno más *L. leucocephala*. Los resultados coinciden con lo encontrado por Cino *et al.* (2011) en Cuba.

Este trabajo se continuó hasta el inicio del mes de junio (inicio de lluvias), manteniendo a los animales en dos grupos por un periodo de 84 días con ganancias de peso mostrados en la Figura 6.

A los otros tratamientos se les dio seguimiento con una dieta a base de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) suplementados con pulido de arroz o salvado de trigo.

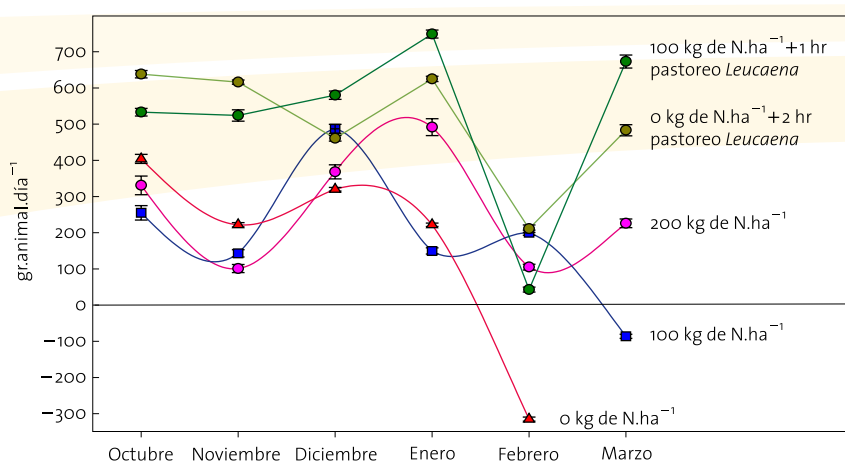


Figura 4. Ganancia media diaria (g) de peso de toretes en pastoreo de *Cynodon plectostachyus* y *L. leucocephala*. Periodo de evaluación para el tratamiento testigo de 140 días de pastoreo y 168 días para los otros tratamientos. La línea vertical indica  $\pm$  el error estándar de cinco animales ha<sup>-1</sup>.

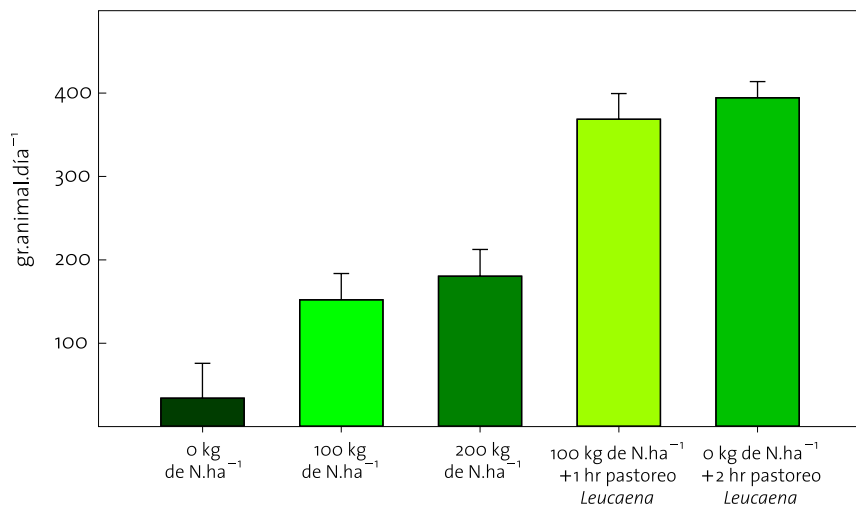


Figura 5. Ganancia media diaria (g) de peso de toretes en pastoreo de *Cynodon plectostachyus* y *L. leucocephala*. Periodo de evaluación de octubre a febrero para el tratamiento testigo con 140 días de pastoreo y 168 días para los otros tratamientos. (± Error estándar de cinco animales ha<sup>-1</sup> y las letras que no son iguales indican diferencia significativa) (Tukey p≤0.05) CV=27%.

Aunque en los últimos años la investigación de este uso de la caña de azúcar ha disminuido, los estudios realizados en diferentes países demuestran que, convenientemente suplementada, puede sostener buenas ganancias de peso y producciones de leche (Figura 7).

Las dietas a base de caña de azúcar presentan rendimientos inferiores a lo citado por Preston *et al.* (1976), pero coincide en la mejor respuesta al utilizar pulido de arroz como fuente de proteína acompañante en las dietas, a base de caña de azúcar, o bien, considerar otras fuentes de proteína. En el mismo sitio experimental se estudió el efecto de tres sistemas de alimentación sobre la ganancia de peso de toretes, durante la temporada de lluvias, considerando como alimentación base el pasto estrella de África como testigo fertilizado y la asociación estrella-

*Pueraria phaseoloides*; en esta evaluación se consideró como tratamiento de referencia el pastoreo en estrella más dos horas diarias en *L. leucocephala*. Los resultados en la temporada de lluvias no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 1).

En la temporada de secas, de noviembre a Mayo, se evaluaron las mismas praderas con toretes post-destete y una carga animal de 2.0 U.A.ha<sup>-1</sup> (Unidad Animal) durante la temporada de secas. En estos resultados se reflejó la “bondad” de las leguminosas, kudzú (*P. phaseoloides*) y *L. leucocephala* para inducir una mayor ganancia de peso de los animales en pastoreo en comparación del que se hace sólo con estrella de África (Cuadro 2).

El pastoreo alterno con 28 días de ocupación y 28 de descanso (noviembre-mayo), con carga animal de 2.0 U.A.ha<sup>-1</sup> (dos horas de pastoreo en *L. leucocephala* por día en banco de proteína en 140 días), dio como resultado mayor calidad del forraje que se ofrece a los animales en pastoreo, atribuido a la simbiosis que establecen estas plantas en su sistema radical con microorganismos fijadores de nitrógeno y transportadores de fósforo, así como otros nutrimentos y agua a la planta (Martínez *et al.*, 1982; De la Garza *et al.*, 1987).

### Praderas de estrella de áfrica-kudzú

La producción animal basada en gramíneas presenta dificultades para la alimentación; no así con leguminosas las

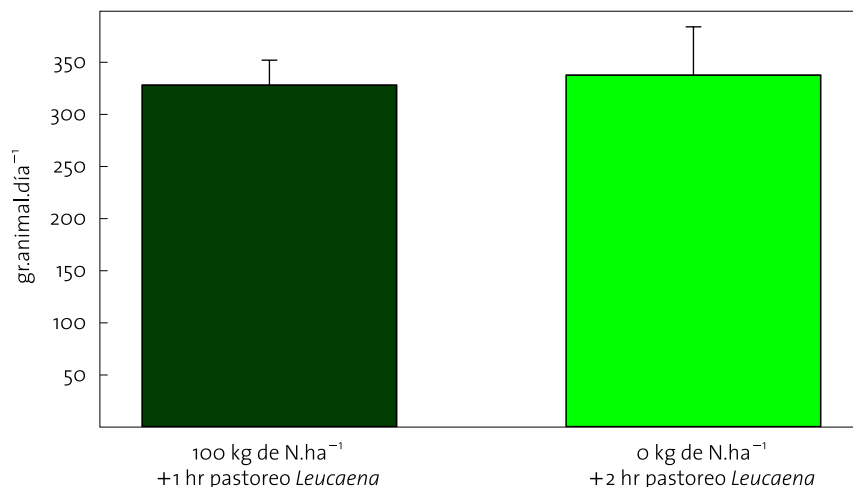


Figura 6. Ganancia diaria de peso promedio por pastoreo en *Cynodon plectostachyus* y *L. leucocephala*, en 84 días de evaluación en época de estiaje en la costa de Chiapas. Valores ± el error estándar de cinco animales ha<sup>-1</sup>.

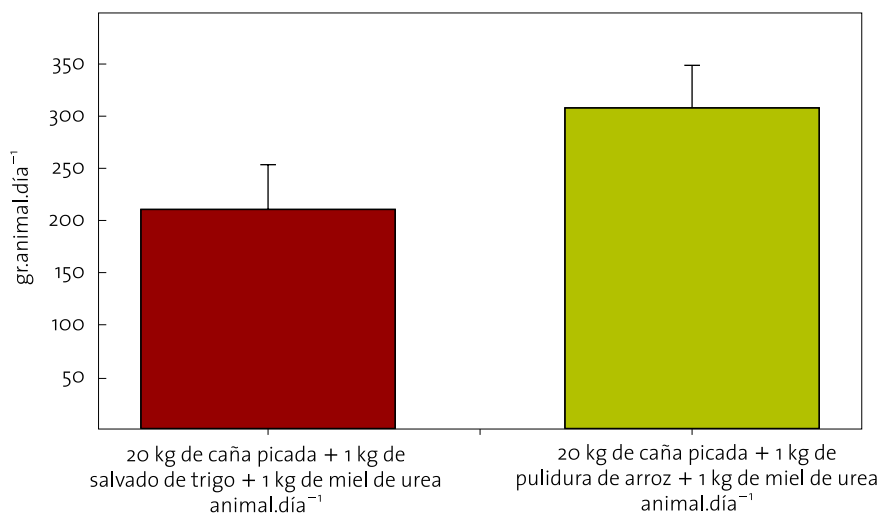


Figura 7. Ganancia diaria de peso promedio de toretes alimentados con caña de azúcar, miel-urea (2%) y alimentos regionales provenientes de pastoreo en *Cynodon plectostachyus*, en 84 días de evaluación en época de estiaje en costa de Chiapas. Valores  $\pm$  el error estándar de diez animales.ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 1. Ganancia diaria (gramos animal día<sup>-1</sup>) de toretes en tres sistemas de alimentación en la Costa de Chiapas en época de lluvias.

Tratamientos	Aumento de peso
<i>Cynodon plectostachyus</i> fertilizado con 160 Kg de N.ha.año <sup>-1</sup>	373
Asociación estrella + <i>Pueraria phaseoloides</i>	298
Estrella + 2 horas de pastoreo en <i>L. leucocephala</i>	381

Carga animal de 3.0 U.A.ha<sup>-1</sup>. El periodo de ocupación/descanso (junio-octubre) 14/14.

Cuadro 2. Ganancia diaria (g animal día<sup>-1</sup>) de toretes destetados en tres sistemas de alimentación durante la temporada de estiaje en la Costa de Chiapas.

Tratamientos	Fechas de Evaluación			
	3 marzo	31 marzo	28 abril	26 mayo
<i>P. phaseoloides</i> (Kudzú) + <i>Cynodon plectostachyus</i> (estrella de África)	512 a*	714 a	583 a	547 a
<i>L. leucocephala</i> + <i>Cynodon plectostachyus</i> (estrella de África)	643 a	250 b	476 a	381 a
<i>Cynodon plectostachyus</i> (estrella de África)	607 a	24 c	178 b	333 a

\* Según la prueba DMS al 5% de probabilidad.

que, aparte de poseer un sistema radical profundo y capacidad de asociación con microorganismos del suelo, son capaces de incrementar la calidad del forraje, lo cual incrementa la pro-

ducción animal por unidad de superficie (Figura 8).

*L. leucocephala* y kudzú (*P. phaseoloides*) tienen su mejor expresi-

ón en la producción animal en la temporada de estiaje, periodo en el que existen mayores problemas para la alimentación animal en sistemas de producción tradicionales en la Costa de Chiapas.

## CONCLUSIONES

Los niveles de nitrógeno aplicados al pasto estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) presentan efectos diferenciales en la ganancia de peso vivo de los animales en pastoreo, pero inferiores al obtenido por la asociación de pasto estrella más alimentación restringida por una o dos horas con *L. leucocephala*. La asociación de kudzú (*P. phaseoloides*) con estrella de África presenta importantes aumentos de peso para los animales en pastoreo durante la temporada de estiaje. Los resultados obtenidos indican que la inclusión de leguminosas en el pastoreo promueve niveles satisfactorios de ganancia diaria de peso, sin la aplicación de fertilizantes químicos.

## LITERATURA CITADA

Aguirre-Medina J. F., Valdés M. 1993a. Establecimiento y producción de *Leucaena leucocephala* inoculada con *Rhizobium* en un suelo ácido. Pasturas Tropicales. 15 (2): 29-31.

Aguirre-Medina J.F., Valdés M. 1993 b. Inoculación con *Rhizobium loti* sobre algunos componentes del rendimiento en *Leucaena leucocephala*. Turrialba. 42 (4): 7-10.

Aguirre M.J.F., Velasco 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. 20(1): 43-54.

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.

De la Garza H., Valdés M., Aguirre-Medina J.F. 1987. Effect of Rhizobial strains, Phosphorus and soil type on nodulation and growth of *Leucaena leucocephala*. *Leucaena Research Reports*. 8: 42-43.

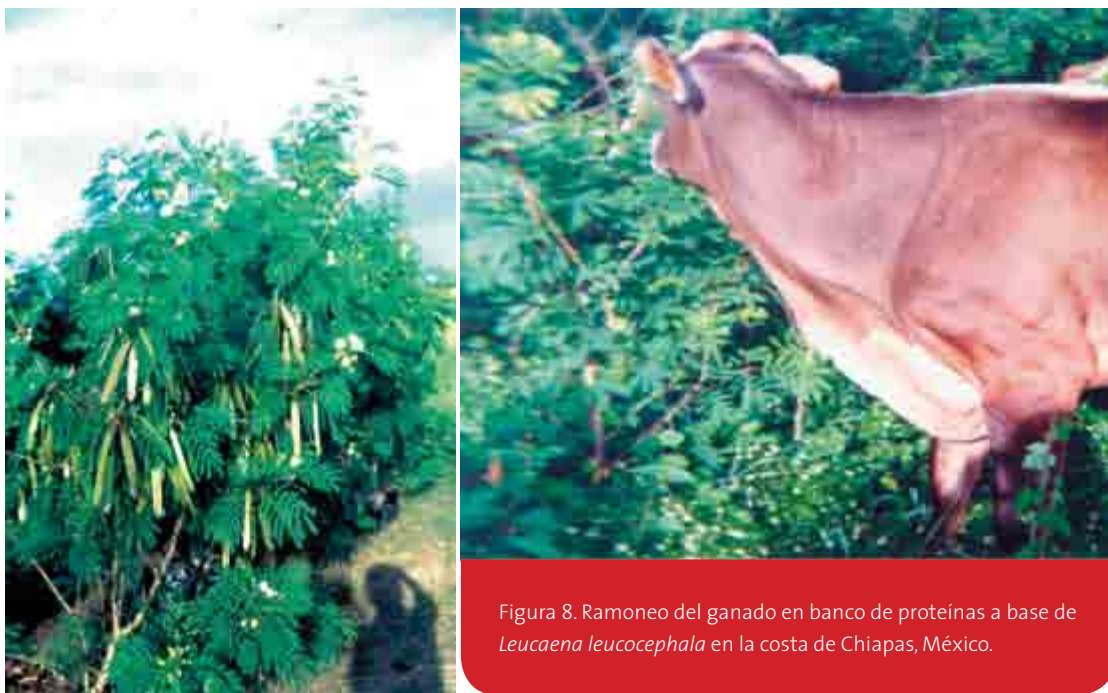


Figura 8. Ramoneo del ganado en banco de proteínas a base de *Leucaena leucocephala* en la costa de Chiapas, México.

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.

Maldonado-Méndez J. de J., Aguirre-Medina J.F., Grajales-Solis M., Alonso-Báez M. 2009. La suplementación y el metabolismo de la vaca de doble propósito. Libro Técnico Núm. 5. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Rosario Izapa. 150 p.

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).

Preston T.R., Carcaño D., Álvarez F., Gutiérrez D.G. 1976. Pulidura de arroz como suplemento en dietas de caña de azúcar. Efecto del nivel

de pulidura de arroz y procesamiento de la caña de azúcar por descortezado o picado. Prod. Anim. Trop. 1:156

Ruiz-Torres G., Zavala-Mata G., Aguirre-Medina J.F. 2005 La inoculación de *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit con *Glomus 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).

Trujillo N.E. 2010. La Leucaena. Leguminosos multipropósito de amplio cultivo. M & M (Revista Colombiana del Mueble y la Madera). Edición 69. p. 6-10.

Zárate P.S. 1994. Revisión del género *Leucaena* en México. Anales Inst. Biol. Universidad Nacional Autónoma de México. Ser. Bot. 65 (2): 83-162.





# PRODUCTIVIDAD DE *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) y *Clitoria ternatea* L. CON BIOFERTILIZANTES

Zamora-Olivo, M.A.<sup>1</sup>, Aguirre-Medina, J.F.<sup>2</sup>, Cano-García, M.A.<sup>3</sup> Martínez-Tinajero, J.J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fundación Produce Oaxaca. Yagul 101 Fraccionamiento San José la Noria, 68120 Oaxaca, Oax. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Entronque carretera costera y Estación Huehuetán. CP 30660. Fax (964) 6270439. Huehuetán, Chiapas, México. <sup>3</sup>Centro de Investigaciones Regionales del Pacífico Sur-INIFAP. Melchor Ocampo No. 7, Santo Domingo Barrio Bajo, Villa de Etla, Oaxaca MX. C.P. 68200.

Autor responsable: [juanf56@prodigy.net.mx](mailto:juanf56@prodigy.net.mx)

## RESUMEN

Se evaluaron los microorganismos *Azospirillum brasilense* y *Rhizophagus intraradices* en un suelo cambisol de la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, inoculados a *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea* con el fin de contar con alternativas de forrajes para la ganadería tropical. Se registró la efectividad de *R. intraradices* y *Azospirillum brasilense* con la promoción del desarrollo vegetal y el aumento en las cantidades de nitrógeno y fósforo en *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea* en condiciones de alta población de otros hongos micorrízicos.

**Palabras clave:** Pastoreo, proteína, ganadería tropical.

## INTRODUCCIÓN

En la nutrición de los bovinos se busca proporcionar alimento con calidad en cantidades suficientes y con el contenido nutricional requerido para su mantenimiento y producción. En las regiones tropicales la alimentación a base de gramíneas y pastoreo extensivo no permite cumplir estas expectativas, sobre todo en la temporada de estiaje, por escasez de forraje, baja calidad proteica y alto contenido de fibra. Este panorama se presenta actualmente. Se han empleado diversas alternativas para mitigar los efectos ambientales de clima y suelo en la producción forrajera como, por ejemplo, cambiar la especie de pasto, hacer aplicaciones de fertilizantes químicos a base de nitrógeno al final de la época de lluvias, conservar los excedentes de forraje de la época de

lluvia, implementar riego, o bien, asociar o establecer leguminosas. La inclusión de leguminosas (Fabaceae) es considerada como la alternativa más económica ya que, una vez establecida, tiene la capacidad de lograr una producción sostenible, aumentar la cantidad de biomasa por unidad de área, y mejorar la calidad del forraje durante todo el año. El sistema radical de estas plantas se asocia con bacterias que atrapan el nitrógeno atmosférico (N) y se lo “proporcionan” a la planta como un “biofertilizante” pero, además, existen otros microorganismos, como los hongos benéficos, que también se asocian con las raíces de las plantas y tienen preferencia por transportar fósforo (P) disponible del suelo a la planta. De esta manera es posible nutrir las plantas forrajeras de dos nutrientes principales. La *Clitoria ternatea* L. (Fabaceae) ha sobresalido como planta forrajera por su adaptación a diferentes ambientes tropicales, su producción de forraje y capacidad para mejorar la productividad animal a menor costo (Villanueva-Avalos *et al.*, 2004), y es comparada en características nutrimentales con la alfalfa (*Medicago sativa*) (Bustamante-Guerrero *et al.*, 2002). Con base en lo anterior, se evaluó el desarrollo vegetativo y la respuesta al corte de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf., y *Clitoria ternatea* L. inoculada con *Rhizopagus intraradices* (Schenck & Sm.) Walker & Schuessler y *Azospirillum brasilense*, y determinar el contenido de N y P en el tejido vegetal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio experimental fue el lote No. 8-BIS, conocido como Rancho “Tres Potrillos” de la Colonia Agrícola y Ganadera de “El Porvenir”, y pertenece al municipio de San Juan Cotzocón, Oaxaca, a 17°29'5.46" N, y 95°15'40.73" O y 100 m de altitud. El tipo climático dominante es Am (Wo<sup>ll</sup>) ig (García, 1973), que es cálido-húmedo con lluvias en verano y temperatura media anual de 23 a 25 °C. Los meses más húmedos son de junio a octubre, debido a las abundantes lluvias provenientes del Golfo de México, y se tiene un periodo de sequía de marzo a mayo. La precipitación promedio es de 2,500 milímetros anuales. El suelo pertenece al grupo de los Acrisoles, con textura franco-arcillosa, pH ácido (4.5 y 4.9), materia orgánica de 1.1%, 379 mgkg<sup>-1</sup> de Ca<sup>++</sup>, 175 mgkg<sup>-1</sup> de K<sup>+</sup>, 53 mgkg<sup>-1</sup> de Fe, 0.4 mgkg<sup>-1</sup> de Zn, 0.7 mgkg<sup>-1</sup> de Cu, 162 mgkg<sup>-1</sup> de Mg y 10.6 mgkg<sup>-1</sup> de Mn y 0.22 meq100 g<sup>-1</sup> de Na<sup>+</sup> y CIC 3.91 meq100 g<sup>-1</sup>.

El terreno se chapeó a diez cm de altura y después de siete días se rastreó dos veces, repitiéndolo a los 20 días y

diez días después se aplicó herbicida. La siembra del pasto *Brachiaria brizantha* y la *Clitoria ternatea* se realizó en surcos separados a 0.80 m, depositando la semilla en el fondo del surco, previa aplicación de los microorganismos mediante su adhesión a la semilla con carboxi-metil-celulosa. La parcela tuvo una dimensión de 4 m<sup>2</sup>, y entre parcelas hubo una separación de 1 m, tomando de ésta 0.80 m<sup>2</sup> como parcela útil evitando bordes. Los tratamientos probados fueron: Testigo sin biofertilizar en *Brachiaria*, 2) Testigo sin biofertilizar en *Clitoria*, 3) *Azospirillum brasilense* en *Brachiaria*, 4) *Azospirillum brasilense* en *Clitoria*, 5) *Rhizopagus intraradices* en *Brachiaria*, 6) *Rhizopagus intraradices* en *Clitoria*, 7) *Azospirillum brasilense* + *Rhizopagus intraradices* en *Brachiaria* y 8) *Azospirillum brasilense* + *Rhizopagus intraradices* en *Clitoria*. Los tratamientos fueron distribuidos en el terreno en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las variables de respuesta fueron la materia seca producida por cada tratamiento y especie vegetal, el porcentaje de colonización micorrízica en los tratamientos al inicio y al final del estudio, así como el contenido de nitrógeno y fósforo en el tejido vegetal de todos los tratamientos.

El peso seco de biomasa aérea y radical se registró al inicio y al final de la evaluación, y la parcela útil se cosechó para ser deshidratada en estufa de aire forzado durante 72 horas a 75-80 °C hasta peso constante. Se definieron algunos parámetros del crecimiento con los valores de materia seca aérea y radical, y cada uno de los componentes fisiológicos del rendimiento. El contenido de N (Kjeldhal) se estableció como porcentaje total, y el de fósforo (método por digestión húmeda) en el tejido vegetal de ambas especies vegetales. La determinación de la colonización micorrízica fue con muestras del sistema radical de cada planta, registrando presencia por la técnica de Phillips y Hayman (1970). Los resultados se analizaron mediante el paquete SAS versión 8.0 para Windows y con el graficador Sigma Plot, ver. 7.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de materia seca al primer corte (30 dds), que consiste en la biomasa obtenida arriba de los 10 cm del suelo en ambas especies, se presenta en el Cuadro 1.

Los valores indicaron incremento en la producción de biomasa del pasto *B. brizantha* con los microorganismos solos o combinados, mientras que *C. ternatea* presentó un comportamiento diferencial debido al tratamiento. El desarrollo inicial del pasto fue ligeramente mayor con la aplicación de *R. intraradices* en comparación con *Azospirillum*

Cuadro 1. Peso seco del vástago de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf. y *Clitoria ternatea* L. y biofertilizadas con *G. intraradices* y *Azospirillum brasilense* en un suelo Acrisol de la región Mixe de Oaxaca, México.

Tiempo (Días)	Tratamiento	Vástago* (gm <sup>-2</sup> )
Primer corte 30 días después de la siembra	<i>Brachiaria brizantha</i>	61.60 b
	<i>B. brizantha</i> + <i>A. brasilense</i>	87.40 a
	<i>B. brizantha</i> + <i>Rhizophagus</i>	91.36 a
	<i>B. brizantha</i> + <i>Rhizophagus</i> + <i>Azospirillum</i>	69.37 ab
	<i>Clitoria ternatea</i>	52.36 c
	<i>C. ternatea</i> + <i>A. brasilense</i>	38.04 c
	<i>C. ternatea</i> + <i>Rhizophagus</i>	32.76 c
	<i>C. ternatea</i> + <i>Rhizophagus</i> + <i>Azospirillum</i>	52.95 c
	CV=21 %	
Segundo corte 15 días después del primer corte y 45 dds	<i>Brachiaria brizantha</i>	26.7 ab
	<i>B. brizantha</i> + <i>A. brasilense</i>	37.78 a
	<i>B. brizantha</i> + <i>Rhizophagus</i>	40.38 a
	<i>B. brizantha</i> + <i>Rhizophagus</i> + <i>Azospirillum</i>	43.72 a
	<i>Clitoria ternatea</i>	10.33 c
	<i>C. ternatea</i> + <i>A. brasilense</i>	9.56 c
	<i>C. ternatea</i> + <i>Rhizophagus</i>	17.15 bc
	<i>C. ternatea</i> + <i>Rhizophagus</i> + <i>Azospirillum</i>	7.88 c
	CV=26 %	
Tercer corte 15 días después del segundo corte y 60 dds	<i>Brachiaria brizantha</i>	19.39 a
	<i>B. brizantha</i> + <i>A. brasilense</i>	18.46 a
	<i>B. brizantha</i> + <i>Rhizophagus</i>	19.77 a
	<i>B. brizantha</i> + <i>Rhizophagus</i> + <i>Azospirillum</i>	17.97 a
	<i>Clitoria ternatea</i>	7.66 b
	<i>C. ternatea</i> + <i>A. brasilense</i>	5.86 b
	<i>C. ternatea</i> + <i>Rhizophagus</i>	6.99 b
	<i>C. ternatea</i> + <i>Rhizophagus</i> + <i>Azospirillum</i>	6.96 b
	CV=9.2%	
Cuarto corte 15 días después del tercer corte y 75 dds	<i>Brachiaria brizantha</i>	21.60 a
	<i>B. brizantha</i> + <i>A. brasilense</i>	21.39 a
	<i>B. brizantha</i> + <i>Rhizophagus</i>	25.99 a
	<i>B. brizantha</i> + <i>Rhizophagus</i> + <i>Azospirillum</i>	19.00 ab
	<i>Clitoria ternatea</i>	14.57 b
	<i>C. ternatea</i> + <i>A. brasilense</i>	23.36 a
	<i>C. ternatea</i> + <i>Rhizophagus</i>	8.90 c
	<i>C. ternatea</i> + <i>Rhizophagus</i> + <i>Azospirillum</i>	12.82 b
	CV=13 %	
Quinto corte 15 días después del cuarto corte y 90 dds	<i>Brachiaria brizantha</i>	5.9 b
	<i>B. brizantha</i> + <i>A. brasilense</i>	13.2 a
	<i>B. brizantha</i> + <i>Rhizophagus</i>	30.33 a
	<i>B. brizantha</i> + <i>Rhizophagus</i> + <i>Azospirillum</i>	9.76 a
	<i>Clitoria ternatea</i>	10.0 a
	<i>C. ternatea</i> + <i>A. brasilense</i>	5.0 b
	<i>C. ternatea</i> + <i>Rhizophagus</i>	6.0 b
	<i>C. ternatea</i> + <i>Rhizophagus</i> + <i>Azospirillum</i>	7.0 b
	CV=15 %	

CV: Coeficiente de variación (%). \*Valores con la misma letra dentro de cada columna y edad de las plantas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey con una  $p \leq 0.05$ . \*El corte incluye hoja+tallos a 10 cm arriba del suelo.



Figura 1. Distribución de parcelas experimentales de dos especies forrajeras.

*brasiliense*, o cuando se aplicaron los dos microorganismos juntos. En este caso se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos a favor de los biofertilizantes. La inducción del desarrollo vegetal del *Brachiaria* biofertilizado con *A. brasiliense* ha sido documentada por Riess y Savito (1985), y la mayor asignación de materia seca cuando se biofertiliza con *R. intraradices* ha sido reportada en otros cultivos, como frijol (*Phaseolus vulgaris*) por Aguirre-Medina y Kohashi (2002), y maíz (*Zea mays*) por Irizar *et al.* (2003).

La producción inicial de biomasa de *Clitoria ternatea* fue superior con el tratamiento testigo y la simbiosis doble en comparación con los otros tratamientos. Es probable que al inicio de su desarrollo la planta asigne mayor cantidad de productos de la fotosíntesis al sistema radical para lograr el establecimiento de la simbiosis con los microorganismos. Este hecho no se presentó con el pasto. La diferencia encontrada en este primer muestreo se atribuye a una mayor capacidad de absorción de nutrientes y agua, producto del sistema radical fibroso de las gramíneas (Poaceae), en comparación con las Fabaceas que poseen un sistema radical menos extenso y más profundo.

En cuanto a la biomasa acumulada registrada al segundo corte, el pasto logró mayor producción de materia seca en comparación con *C. ternatea*, considerado hasta cierto punto normal, ya que el pasto presenta crecimiento intersticial como mecanismo de su adaptación al pastoreo; en cambio, en la Fabacea, al remover los puntos de crecimiento apical, requiere mayor tiempo para generar nuevos rebrotes. Entre tratamientos, los biofertilizantes

aplicados en *B. brizantha*, superaron al testigo y fueron estadísticamente superiores, mientras que en *C. ternatea* la producción más alta se logró con el tratamiento biofertilizado con *R. intraradices*. Este resultado evidencia la importancia de los microorganismos en el sistema radical de las plantas, que seguramente favorecen la acumulación de reservas (carbohidratos) para ser utilizadas después del corte y favorecer el rebrote. Es importante considerar que el rebrote de las especies forrajeras se produce mediante el transporte de carbohidratos no estructurales de la base del tallo y raíces a los meristemos aéreos remanentes, después de realizada la defoliación (Hernández y Ramírez, 1986); los cortes frecuentes o pastoreo severo disminuyen considerablemente la disponibilidad de carbohidratos y ocasionan baja tasa de rebrote.



Figura 2. Sistema radical de *Clitoria ternatea* con presencia de nódulos.

Los resultados al tercer corte con diferencia de 15 días no registraron diferencias estadísticas entre tratamientos ni especies forrajeras. Es probable que ambas plantas no lograran acumular carbohidratos en su sistema radical para favorecer el rebrote. Al disminuir el área foliar, como consecuencia de la reducción en la oferta de carbohidratos, la mayoría de los compuestos son requeridos por la raíz (Roveda y Polo, 2007). Estas consideraciones han sido consignadas por diversos autores en gramíneas (Poaceae) (Hernández y Ramírez, 1986) y leguminosas (Fabaceae) (Carambola, 1977). Es importante citar que existió una ligera tendencia de mayor producción vegetal con los tratamientos donde se biofertilizó con *R. intraradices*. Las bondades de la inoculación de este hongo micorrízico en el sistema radical y su efecto en el desarrollo vegetal han sido documentados (Smith *et al.*, 2003; Aguirre-Medina, 2006).

La importante respuesta del testigo en la acumulación de biomasa en ambas especies puede estar relacionada con la menor demanda de fotosintatos por parte de los microorganismos al sistema radical y mayor envío de los mismos hacia el vástago, aun cuando en el sitio de evaluación se encontró alto contenido de esporas con valores superiores a 900 esporas  $g^{-1}$  de suelo. La alta población micorrízica no induce necesariamente alta productividad de biomasa. Hayman (1982) sugiere variaciones importantes en la efectividad simbiótica de los hongos micorrízicos. En diversos cultivos se tienen respuestas diferentes a los aislamientos geográficos cuando los hongos micorrízicos se inoculan en una misma especie. Se presenta respuesta diferencial entre las micorrizas y la planta huésped (Roveda y Polo, 2007), y la mejor micorriza para estimular el crecimiento no es necesariamente la más infectiva (Hayman, 1982), como sucedió en nuestro caso, donde la población nativa no necesariamente fue capaz de inducir las mayores producciones de materia seca en ambas especies forrajeras. El establecimiento de una simbiosis funcional requiere de la expresión concertada de genes de ambos organismos (Girard *et al.*, 2002) (Figura 3).

En el corte número cuatro realizado en ambas especies, la producción de materia seca fue semejante. A esta fecha, se presentó cierto nivel de estrés hídrico, producto de la disminución de la precipitación en la región y, seguramente, el nivel de disponibilidad de agua disminuyó para las gramíneas, que poseen un sistema radical más superficial en comparación al de *Clitoria ternatea*, y bajo esta condición expresaron su mayor aportación a la producción de forraje. Diversos resultados indican la relación de la simbiosis planta-microorganismo con la tolerancia a la sequía, mediante el desarrollo del micelio para explorar mayor volumen de suelo y transportar agua a la planta huésped (Augé, 1994). El corte número cinco refleja la disminución de la producción de biomasa de ambas plantas cuando se cortan a intervalos frecuentes, con excepción del *Brachiaria* con el tratamiento inoculado con *R. intraradices*. El efecto anterior puede asociarse al mejor status nutrimental de las plantas micorrizadas en comparación con los

otros tratamientos (Roveda y Polo, 2007), sobre todo con micorriza, que ha demostrado su eficiencia en el transporte de nutrientes a la planta, como sugieren los resultados encontrados en nuestro caso.

La remoción de la parte superior del *Brachiaria* no afectó la capacidad de rebrote en comparación a cuando se removieron los puntos de crecimiento en *Clitoria ternatea*. En condiciones de pastoreo este procedimiento debe atenderse de forma diferencial, si se decide establecer ambas especies. El centro de mayor actividad fisiológica de los vegetales se encuentra en los meristemas, donde no sólo se producen nuevas células, sino también hormonas que regulan el desarrollo de las plantas. Los efectos favorables y adversos del ambiente son percibidos directamente por las zonas de crecimiento de las plantas.

### Porcentaje de colonización micorrízica

La colonización del sistema radical de ambas especies fue muy semejante al final de la evaluación (Figura 4 A), lo cual confirmó la alta cantidad de esporas encontradas en el mismo



Figura 3. Corte de plantas en forma extractiva para determinación de biomasa.

suelo, superior a  $900 \text{ g}^{-1}$  de suelo, sugiriendo la adaptación de este microorganismo a la región. Aun cuando se trata de una especie introducida, el alto porcentaje de colonización en *Brachiaria* sugiere la capacidad de colonización de la cepa naturalizada.

### Contenido de nitrógeno y fósforo en el tejido vegetal

Los tratamientos que presentaron mayor contenido de N en el tejido vegetal de ambas especies fueron aquellos realizados con el hongo micorrízico y donde se incluyeron *R. intraradices* y *Azospirillum brasilense* (Figura 4 B). Muchos estudios han demostrado que las plantas micorrizadas absorben nitrógeno del suelo más eficientemente que las no colonizadas (Ngwene *et al.*, 2010). En relación con el fósforo, también se presentó incremento en los tratamientos de ambas especies, donde se incluyó *R. intraradices*, sola o en combinación con *A. brasilense* (Figura 4 C). Este efecto en la utilización del fósforo es especialmente importante, porque puede reducir la necesidad de aplicación de fertilizante fosforado.

Las altas concentraciones de fósforo en maíces micorrizados han sido como consecuencia de la nutrición atribuida a la habilidad de las hifas para transportar los nutrientes a la planta huésped, con énfasis en suelos de baja fertilidad. En forma general se ha demostrado que las plantas micorrizadas favorecen la absorción y el transporte, además del fósforo, de Zn, Ca, S, Cu y Mg, y sus efectos son más notorios en suelos de baja fertilidad (Gerdemann, 1968).

## CONCLUSIONES

Los resultados confirman la efectividad de *R. intraradices* y *Azospirillum brasilense* inoculados para

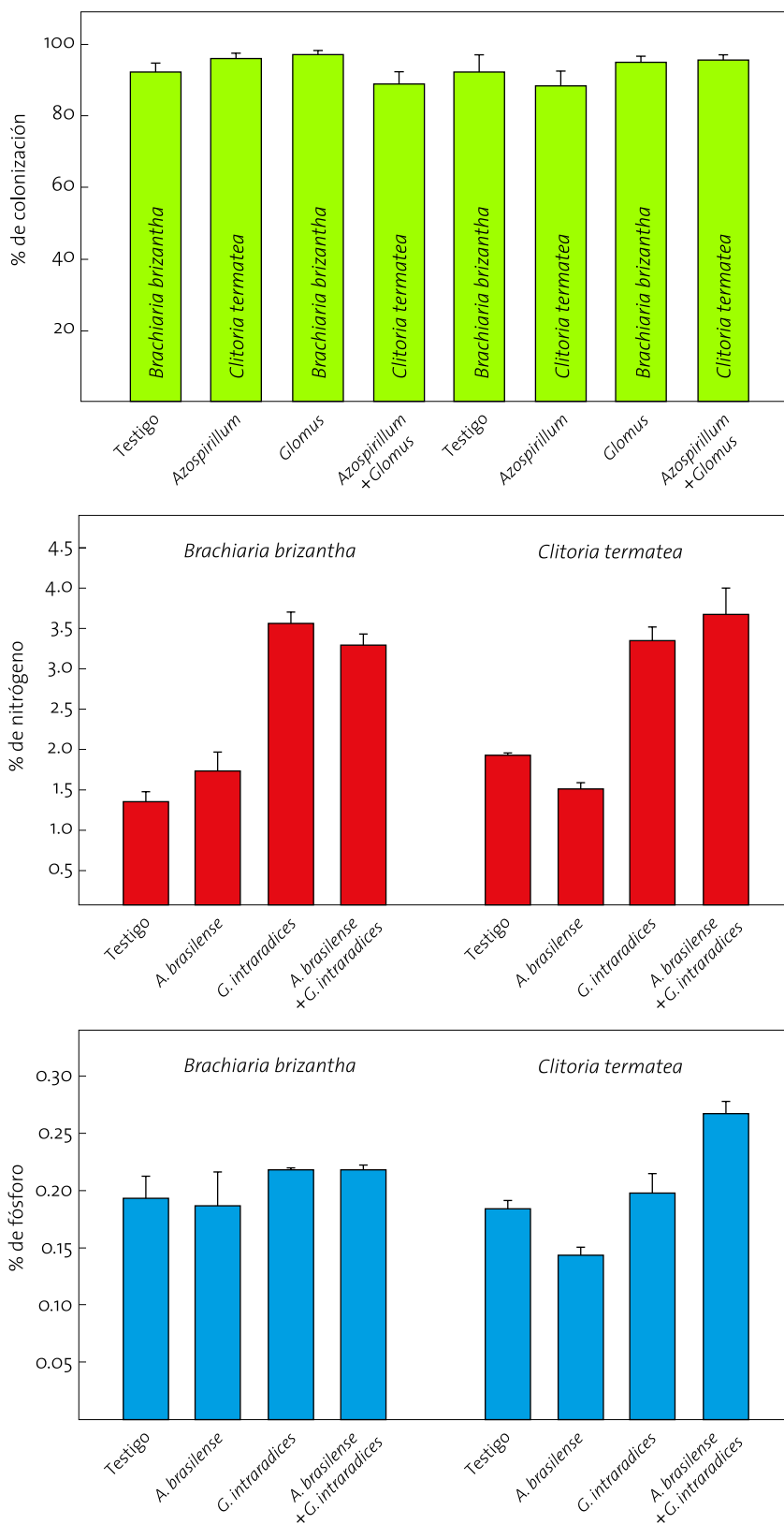


Figura 4. A: Colonización micorrízica, B: Contenido de nitrógeno; C: Contenido de fósforo de *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea* inoculadas con *Azospirillum brasilense* y *Rhizophagus intraradices* en suelo cambisol,  $\pm$  error estándar con  $n=180$ ,  $n=4$  y  $n=4$  repeticiones, respectivamente en la biomasa de *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea* inoculadas con *Azospirillum brasilense* y *Rhizophagus intraradices* en suelo cambisol de la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

promover el desarrollo vegetal y aumentar las cantidades de nitrógeno y fósforo en *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea* en condiciones de alta población de otros hongos micorrízicos. Estos resultados son importantes para la alimentación animal (incremento de materia seca en potreros) y la calidad de las pasturas que se proporcionan a los animales, además de considerar que puede sugerir disminución en las aplicaciones de fertilizantes químicos con impactos económicos y ambientales. Las plantas inoculadas acumularon mayor concentración de N y P en el tejido vegetal en comparación con los tratamientos no inoculados, registrando la mayor concentración de ambos elementos con *R. intraradices*.

## LITERATURA CITADA

- Aguirre-Medina J.F. 1985. Componentes morfológicos y fisiológicos del rendimiento en frijol *Phaseolus vulgaris* L. Al inocularse con la micorriza V-A y dinámica de las estructuras del hongo. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.
- Aguirre-Medina J.F., Kohashi, S.J. 2002. Componentes Morfológicos y Fisiológicos del Rendimiento, Dinámica de la Colonización Micorrízica y contenido de Fósforo en Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Agricultura Técnica en México. 28(1): 23-33.
- Aguirre-Medina J.F. 2006. Biofertilizantes microbianos: Experiencias agronómicas del programa nacional del INIFAP en México. Libro técnico No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas, México. 201 p.
- Augé R.M., Duan X., Ebel R.C., Stodola A.J. 1994. Nonhydraulic signalling of soil drying in mycorrhizal maize. *Planta*. 193: 74-82.
- Bustamante-Guerrero J.J., Villanueva Avalos J.F., Bonilla-Cárdenas J.A. y Rubio-Ceja J.V. 2002. Utilización de heno de *Clitoria ternatea* L. en la alimentación de vacas suizo pardo en lactación. *Téc. Pec. Méx.* 42(3): 477-487.
- Carambola M. 1977. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay. Ed. Hemisferio Sur. 464 p.
- Faber B.A., Zasoski R.J., Munns D.W., Schackel K. 1991. A method for measuring hyphal nutrient and water uptake in mycorrhizal plants. *Canadian Journal of Botany*. 69: 87-94.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. 2ª Edición corregida y aumentada. México D. F. 246 p.
- Gerdeman J.W. 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Ann. Rev. of phytopathol.* 6: 397-418.
- Girard L., J Granados, Díaz M., Gómez L., N., Romero D. 2002. La expresión de los genes *fix* en *R. Etli* CFN42 está bajo el control de una novedosa cascada de regulación *fixL-fixK*. In: XXI Reunión Latinoamericana de Rhizobiología y VI Congreso Nacional de la Fijación de Nitrógeno. 21-24 de Octubre. Cocoyoc, Morelos, México. p. 12-13.
- Hayman D.S. 1982. Practical aspects of vesicular-arbuscular mycorrhiza. In: *Advances in Agricultural microbiology*. N. S. Subba Rao (Eds). INH. New Delhi. p. 325-373.
- Hernández G.A., Ramírez G.A. 1986. Determinación de la calidad de 27 asociaciones de gramíneas y leguminosas de clima templado en su primer año de estudio. Tesis de Licenciatura. Chapingo, Estado de México, México. Universidad Autónoma de Chapingo. 89 p.
- Irizar-Garza M.B.G., Vargas-Vázquez P., Garza-García D., Tut y Couoh C., Rojas-Martínez I., Trujillo-Campos A., García-Silva R., Aguirre-Montoya D., Martínez-González J.C., Alvarado-Mendoza S., Grajeda-Cabrera O., Valero-Garza J., Aguirre-Medina. J.F. 2003. Respuesta de cultivos agrícolas a los biofertilizantes en la región central de México. *Agricultura Técnica en México*. 29(2): 213-225.
- Ngwene B., George E., Claussen W., Neumann E. 2010 Phosphorus uptake by cowpea plants from sparingly available or soluble sources as affected by N-form and arbuscular-mycorrhiza-fungal inoculation. *J Plant Nutr Soil Sc* 173:353-359.
- Phillips J.M., Hayman D.J. 1970. Improved procedures for clearing and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55: 158-161.
- Riess S., Sanvito A. 1985. Investigations on vesicular arbuscular mycorrhizae in different conditions of coffee cultivations in Mexico. *Micol. Ital.* 14: 57-62.
- Roveda G., Polo C. 2007. Mecanismos de adaptación de maíz asociado a *Glomus* spp. en suelos con bajo fósforo disponible. *Agronomía. Colombiana* 25(2): 349-356.
- Smith S.E., Smith F.A., Jakobsen I. 2003. Mycorrhizal fungi can dominate phosphate supply to plant irrespective of growth responses. *Plant physiol.* 133, 16-20.
- Villanueva Avalos J.F., Bonilla-Cardenas J.A., Rubio-Ceja J.V., Bustamante-Guerrero, J.J. 2004. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. *Téc. Pec. Méx.* 42(1): 79-96.



# Métodos

## "Limpios, verdes y éticos"

### para aumentar la eficiencia reproductiva de rumiantes

Gallegos-Sánchez J.<sup>1</sup>, Tejeda-Sartorius, O.<sup>1,5</sup>, Cortez-Romero, C.<sup>2,5</sup>, Pérez-Hernández, P.<sup>4</sup>, Salazar-Ortiz, J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Campus Montecillo, Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230 México. <sup>2</sup>Campus San Luis Potosí, Agustín de Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, S.L.P. 78622, México. <sup>3</sup>Campus Campeche, Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, Sihochac, Champotón, Campeche. C. P. 24450. <sup>4</sup>Campus Córdoba, Colegio de Postgraduados Km.348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz, Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz C.P.94946. <sup>5</sup>LPI 13: Comunidades Rurales Agrarias, Ejidos y Conocimiento Local.

Autor responsable: gallegos@colpos.mx

## RESUMEN

Se describen algunas estrategias para la producción animal saludable, basada en la interacción del ambiente con el "bienestar" de los animales de interés zootécnico y requerimientos de la sociedad consumidora. A nivel mundial se desarrolla una nueva filosofía llamada "*limpia, verde y ética*" que propone estrategias para mejorar la calidad e inocuidad del producto sin alterar el bienestar del animal. Una primera estrategia busca controlar los eventos reproductivos a través de los fenómenos socio-sexuales como el "efecto macho" y "efecto hembra-hembra", que son capaces de inducir la ovulación de una manera sincronizada, además del "efecto hembra" que ayuda a mejorar la libido y la calidad espermática de los sementales. Otra estrategia denominada "alimentación focalizada", basada en el conocimiento de las respuestas fisiológicas de los animales a la nutrición, y busca desarrollar programas de complementos nutricionales para sincronizar los eventos fisiológicos durante el ciclo productivo anual de los rumiantes. Una estrategia más se basa en el "manejo del amamantamiento", donde se manipula la relación madre-cría, con la finalidad de que la madre restablezca la actividad ovárica cíclica lo más rápido posible después del parto; la última estrategia tiene como objeto maximizar la sobrevivencia de crías, combinando nutrición y genética (instinto materno, resistencia a parásitos, etcétera), y se basan todas ellas en la manipulación exógena no-farmacológica de los eventos fisiológicos de los animales, que ayudan también a reducir erogaciones extras de capital o bajo costo.

**Palabras clave:** Calidad, inocuidad producción de carne.





## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la producción animal es desafiada por un cambio de actitud de los consumidores, lo cual tiene un fuerte impacto en el mercado; existe una demanda cada vez mayor de alimentos "sanos" que tengan su base en el bienestar de los animales. De esta manera, se ha propuesto una filosofía llamada "limpia, verde y ética", que se desarrolla principalmente en Australia (UWA), Uruguay (INIA) y México (COL-POS) (Figura 1).

**Limpia:** propone que los ganaderos que utilizan fármacos y hormonas como prácticas cotidianas para mejorar la eficiencia productiva de sus animales, reduzcan su uso o lo eliminen. Los productos "limpios" tienen mayor valor comercial y los ganaderos pueden obtener mejores ganancias.

**Verde:** considera la posibilidad de revertir el impacto negativo que la producción animal tiene en el ambiente, con la finalidad de lograr una cadena de producción animal más sustentable. Conseguir lo anterior garantizará su futuro a largo plazo.

**Ético:** va dirigido a generar un cambio en la actitud de los ganaderos para promover el bienestar animal, y es un aspecto que concierne a toda la cadena productiva. De esta manera, el concepto "ético" incluye tanto los aspectos "limpios" y "verdes" del manejo en la granja, como las prácticas del sector manufacturero y el proceso fuera de la granja (industrias de alimentos que procesan, empaican y distribuyen en el mercado los productos para los consumidores).

La productividad y rentabilidad de los ranchos depende en gran medida de la eficiencia reproductiva de los ani-

males, razón por la cual los métodos de producción que a continuación se describen se centran principalmente en la reproducción, aplicando los principios "limpios, verdes y éticos" descritos. Para que una empresa ganadera sea considerada eficiente, debe lograr los siguientes objetivos: controlar el momento de la presentación de los eventos reproductivos; maximizar la supervivencia y el número de crías nacidas vivas; maximizar la productividad individual por animal y superficie de terreno.

**Es importante mencionar que los ganaderos han tenido presentes los objetivos anteriores desde las últimas diez décadas, periodo en el cual se ha generado mucha tecnología que permite manipular los eventos reproductivos en los animales domésticos. Sin embargo, los resultados prácticos producidos por las investigaciones realizadas controlan frecuentemente la reproducción a base de programas hormonales aplicados de forma exógena, de tal manera que en el momento actual se tiene un interés cada vez mayor en la generación de tecnología basada en la biología, genética molecular y genómica animal; sin embargo, a pesar de las grandes ventajas y resultados obtenidos, aún no se encuentran las alternativas viables que permitan cambiar los "viejos" y tradicionales sistemas de producción animal, y que en la actualidad tienen un fuerte enfrentamiento con los patrones y preferencias de los consumidores.**

Es importante resaltar que la mayor parte de los pequeños rumiantes en el mundo se ubican en los países con sistemas de producción extensivo, en los cuales las tecnologías modernas de producción probablemente no tendrán un fuerte impacto en el futuro próximo (Martin, 1995). Lo anterior ofrece grandes e importantes oportunidades para



Figura 1. Esquema que muestra el significado de la filosofía "limpia, verde y ética".

México por las características de sus sistemas de producción animal, razón por la cual se tiene la urgente necesidad de desarrollar nuevas estrategias de producción acordes con los diferentes sistemas establecidos en todo el territorio nacional, y que permitan sincronizar y garantizar la calidad del producto y el ambiente.

**Factores que influyen en la eficiencia reproductiva de los rumiantes**

Los sistemas "naturales" de producción son aquellos donde los animales enfrentan los desafíos del ambiente para asegurar su perpetuación como especie (Martin, 1995), y se basan en una época de empadre que es definida por el ambiente (fotoperiodo; duración de horas luz a través del año), en la que se asegura que la producción de forraje coincida con el final de la gestación y lactancia. Según algunos investigadores, esto es por la relación que existe entre la actividad sexual y los cambios en el fotoperiodo a través del año, y es considerado como el "pronosticador" más confiable de las diferentes épocas ambientales que se presentan durante el año y, por lo tanto, de la producción de forraje. Sin

embargo, no se puede aplicar esta idea en todo el mundo, ya que en las regiones cercanas al ecuador el fotoperiodo cambia imperceptiblemente, y son precisamente estas regiones donde muchos pequeños rumiantes son utilizados en los sistemas de producción y el patrón anual de producción de forrajes está determinado por otros factores ambientales más que por el fotoperiodo. En México, la producción de forraje está determinada por la época de lluvias y de ciclones o vientos del norte; específicamente, en las regiones semiáridas el patrón de producción de forraje varía ampliamente de un año a otro, debido a la naturaleza impredecible de la precipitación, y los animales adaptados a estas situaciones utilizan estrategias "oportunistas" que son más flexibles en cuanto al momento e intensidad del proceso reproductivo (Martin *et al.*, 2004).

**En cuanto a los efectos fisiológicos producidos por la nutrición, la situación se vuelve aún más compleja, ya que los órganos que participan en la regulación de la actividad**

**reproductiva absorben y responden a los diferentes nutrientes. Por ejemplo, se sabe que el útero y la glándula mamaria responden de manera independiente a las hormonas y metabolitos nutricionales transportados vía sanguínea, y actualmente es mucho más evidente a nivel de las gónadas (ovarios y testículos).**

**Manipulación de la reproducción a través de efectos socio-sexuales**

La combinación de los diferentes estímulos socio-sexuales (Figura 2), tales como el "efecto macho", "efecto hembra" y "efecto hembra-hembra", permiten desarrollar oportunidades para un mejor manejo reproductivo en los hatos y rebaños. De esta manera, la actividad reproductiva (anestro postparto y estacional) se puede controlar empleando el "efecto macho" y/o el "efecto hembra-hembra", por medio de los cuales se estimula la secreción de hormonas, como la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), para inducir la ovulación de manera sincronizada en hembras que de otra manera serían anéstricas

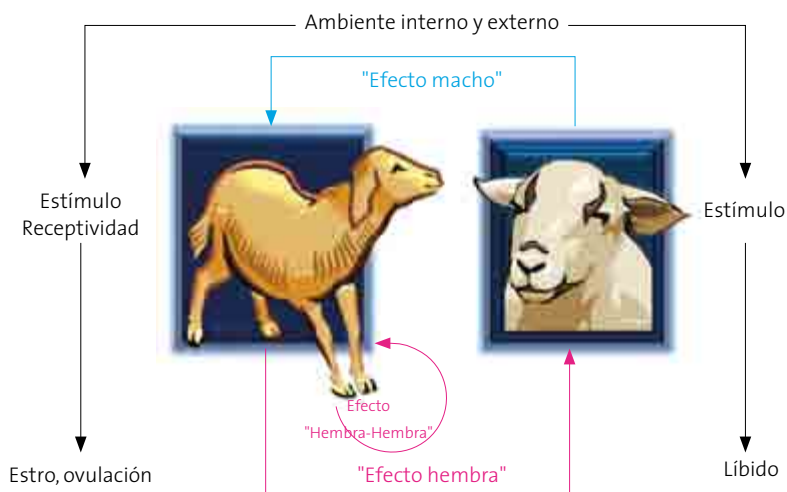


Figura 2. Representación de los efectos socio-sexuales en ovinos.

(no presentan actividad reproductiva). Asimismo, el "efecto hembra" ayuda a mejorar la libido y la calidad espermática de los sementales.

### Manejo del amamantamiento para restablecer actividad reproductiva postparto

La manipulación de la relación madre-cría (amamantamiento) tiene la finalidad de restablecer la actividad reproductiva postparto lo más rápidamente posible y garantizar la sobrevivencia de las crías después del parto. En la mayoría de mamíferos (domésticos y salvajes) el estímulo del amamantamiento induce un periodo de inhibición de ciclos estrales (no hay ovulación), el cual se conoce como anestro postparto; durante este periodo la madre se recupera de los efectos de la gestación y se asegura la supervivencia de la cría (Gallegos-Sánchez, 1990); asimismo, las hembras presentan una capacidad limitada para quedar gestantes. La duración de dicho periodo depende de la involución uterina (recuperación del tamaño normal del útero en hembras no gestantes), el anestro postparto y los cuerpos lúteos de vida media corta (Pérez-Hernández *et al.*, 2001). El restablecimiento de la actividad ovárica después del parto, implica que los efectos negativos que ejercen la gestación y el parto deben desaparecer. Sin embargo, el principal efecto que impide que la hembra reinicie la actividad reproductiva postparto, se debe a la presencia constante de la cría y a la succión de la glándula mamaria (amamantamiento). El estímulo visual, olfativo y sensorial que ejercen las crías sobre la madre, inhibe la secreción hormonal (principalmente la frecuencia de

secreción de los pulsos de GnRH y hormona luteinizante (LH), que inhibe el desarrollo folicular y, por lo tanto, impide que la hembra ovule. En estudios donde la cría se separa de la madre a los pocos días de edad, ocurre un reinicio de la actividad ovárica entre la segunda y tercera semana postparto (Pérez-Hernández *et al.*, 2009), mientras que en hembras que amamantan constantemente a sus crías el reinicio de la actividad reproductiva se da entre la quinta y novena semana después del parto o hasta el momento del destete (Morales-Terán *et al.*, 2004; Castillo-Maldonado *et al.*, 2013). Es importante mencionar que en la actualidad se desarrollan trabajos de investigación con la finalidad de entender mejor la relación filial de la madre-cría durante el periodo postparto; por ejemplo, se reduce el tiempo de contacto entre la madre y la cría, sin afectar el crecimiento de la cría, lo cual permite que las hembras reinicien la actividad reproductiva más rápido que aquellas con amamantamiento continuo. También se desarrollan trabajos con el "efecto macho" (Figura 3) y estímulos nutricionales junto con la restricción del amamantamiento, para disminuir la duración del anestro postparto.



### Alimentación focalizada

En "la alimentación focalizada" se utilizan los conocimientos generados del efecto de la nutrición en las variables reproductivas, para desarrollar los complementos alimenticios que serán utilizados en los momentos fisiológicos críticos, como por ejemplo en la producción de gametos



Figura 3. Interacción del "efecto macho" y restricción del amamantamiento en la disminución del anestro postparto.

(células sexuales embrionarias) y hasta el parto, en el restablecimiento de la actividad reproductiva postparto y el manejo del recién nacido. Para los ranchos ganaderos la alimentación es el recurso limitante que genera una presión económica constante para tratar de reducir la cantidad de alimento que se utiliza pero, al mismo tiempo, una excelente nutrición genera la máxima eficiencia productiva. Una alternativa para disminuir los costos de producción es el empleo estratégico de complementos alimenticios, con base en diferentes estrategias de alimentación "focalizada". Actualmente esta alternativa se está desarrollando para influir en los siguientes aspectos:

- Incrementar la producción y calidad de espermatozoides antes del empadre
- Aumentar el tamaño de camada (tasa de ovulación)
- Evitar pérdidas embrionarias tempranas
- Programar la productividad futura del feto
- Maximizar la supervivencia y desarrollo postnatal
- Mejorar la calidad de vida de los animales (a través de la salud ruminal)

Si los periodos de complementación alimenticia están basados en la calidad (composición de la dieta) y en la duración (tiempo de consumo), los sistemas de producción extensivos pueden ser rentables, con el beneficio adicional de evitar los tratamientos hormonales exógenos. Los objetivos de producción serán diferentes y estarán en función del tipo de empresa y del ambiente de la región. Es importante definir cuáles son los momentos críticos para ofrecer los estímulos alimenticios de manera adecuada y precisa; es posible usar alimento conservado, o bien, la alimentación se puede programar durante todo el proceso reproductivo para que los periodos críticos, donde es necesaria una excelente nutrición, estén sincronizados con el momento de la máxima disponibilidad de forrajes (Figura 4).

#### Selección de animales por diferentes respuestas al ambiente

Este tipo de selección implica una combinación de manejo, nutrición y selección genética por comportamiento. En las últimas décadas el gran interés en la endocrinología, la tecnología y la biología molecular a menudo desvían la atención de las aportaciones que el manejo del comportamiento animal ha generado para mejorar la producción de las empresas ganaderas. Quizá la excepción ha sido la investigación que se realiza respecto a las interacciones madre-cría. Por ejemplo,

en Australia (University West of Australia) la selección por "temperamento" se realiza debido a la alta mortalidad de las crías que se presenta en las ovejas Merino, mientras que en México (Colegio de Postgraduados) esto se hace para mejorar la producción de leche, habilidad materna y prolificidad de las ovejas Pelibuey, y así evitar la mortalidad que se presenta en las crías de hasta 25% (Figura 5).

Otro tema de gran interés para mejorar el ciclo productivo de los pequeños rumiantes es la selección genética basada en la rusticidad y resistencia a endo y ecto-parásitos. Se sabe que los pequeños rumiantes son huéspedes de muchas especies de endoparásitos. La incidencia es mayor en aquellos países que se encuentran entre los trópicos, por las elevadas temperaturas y humedad. Los parásitos gastrointestinales inducen trastornos que interfieren en el aprovechamiento de la alimentación y el desarrollo óptimo del individuo, lo que provoca pérdidas, anorexia, anemia, retraso en el crecimiento y en la presentación de la pubertad; asimismo, en general disminuye la eficiencia reproductiva, además de favorecer la susceptibilidad de enfermedades secundarias, lo que incide en pérdidas en la producción. La investigación de la selección



Figura 4. Periodos críticos (producción de gametos, tasa ovulatoria, mortalidad embrionaria, programación fetal, producción de calostro, entre otros) en el proceso productivo de las borregas, donde los problemas en la alimentación puede afectar el éxito productivo del ganado (Martin *et al.*, 2004).



Figura 5. Habilidad materna en la oveja Pelibuey.

por temperamento, habilidad materna, producción de leche y rusticidad, mejorarían la productividad, además de darle mayor calidad y ética a las industrias.

## CONCLUSIONES

**Existen** investigaciones que propone la productividad de animales de interés zootécnico en una forma más compatible con el ambiente, y los métodos limpios, verdes y éticos engloban una filosofía que propone una mayor responsabilidad del hombre para promover el bienestar de dichos animales, y que además responden a las demandas de la sociedad. Es importante mencionar que cada vez se conocen más las respuestas reproductivas de los rumiantes a los factores ambientales, tales como los efectos socio-sexuales, la relación madre-cría y la nutrición, lo que puede ayudar al desarrollo de sistemas de producción "más" naturales y así remplazar los fármacos que se aplican de manera exógena para controlar y mejorar la productividad de los rumiantes.

## AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados por el financiamiento para la realización de estas investigaciones a través del Fideicomiso No. 167304/2010 y líneas de investigación LPI-5 y LPI-11.

## LITERATURA CITADA

- Castillo-Maldonado P.P., Vaquera-Huerta H., Tarango-Arámbula L.A., Pérez-Hernández, P., Herrera-Corredor A.C., Gallegos-Sánchez J. 2013. Restablecimiento de la actividad reproductiva postparto en ovejas de pelo. Arch. Zootec. 62 (239): en prensa. Recibido: 18-7-12. Aceptado: 13-2-13.
- Gallegos-Sánchez J. 1990. Efecto del retraso del amamantamiento en el restablecimiento de la función reproductiva en vacas *Bos taurus* × *Bos indicus* durante el período postparto". Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Ganadería. 87 p.
- Martin GB. 2003. Interacción genotipo ambiente en el control neuroendocrino del sistema reproductivo en pequeños rumiantes: I. Consideraciones generales. En: Fisiología de la reproducción en rumiantes. Gallegos-Sánchez J., A. Pro Martínez y ME. Suarez Oporta (eds). Colegio de Postgraduados, México. 115-132 p.
- Martin G.B., Milton J.T.B., Davidson R.H., Banchemo Hunzicker G.E., Lindsay D.R., Blache D. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. Animal Reproduction Science 82-83: 231-246
- Martin G.B. 1995. Reproductive research on farm animals for Australia —some long-distance goals. Reproduction, Fertility and Development. 7, 967-982.
- Morales-Terán G., Pro-Martínez A., Figueroa-Sandoval B., Sánchez del Real C. Gallegos-Sánchez J. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas Pelibuey. Agrociencia. 38: 165-171
- Pérez-Hernández P., Lamothe C., López-Sebastián A., Gallegos-Sánchez J. 2001. Desarrollo folicular postparto de vacas doble propósito sometidas a tres modalidades de amamantamiento. II Congreso Internacional de Ganado de Doble Propósito. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), Cuba. 246-251 pp.
- Pérez-Hernández P., Hernández V.V.M., Figueroa S.B., Torres H.G., Díaz R.P., Gallegos-Sánchez J. 2009. Efecto del tipo de amamantamiento en la actividad ovárica postparto de ovejas pelibuey y tasas de crecimiento de corderos en los primeros 90 días de edad. Rev. Cient-Fac. Cien. V. 19 (4): 343-349.

# Manejo del amamantamiento para reducir duración del anestro postparto en ovejas de pelo

Castillo Maldonado, P.P.<sup>1</sup>, Cruz Espinoza, F.<sup>1</sup>, Herrera Corredor, A.C.<sup>2,4</sup>, Pérez Hernández, P.<sup>3,4</sup>, Gallegos-Sánchez, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. <sup>2</sup>Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Km. 14.5 Carretera San Luis Potosí, Matehuala, Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, Apdo. Postal 32, <sup>3</sup>Campus Campeche, Colegio de Postgraduados, Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, Sihochac, municipio de Champotón, Campeche. C. P. 24450. México. <sup>4</sup>LPI 13 Comunidades Rurales Agrarias, Ejidos y Conocimiento Local.

Autor responsable: gallegos@colpos.mx

## RESUMEN

Se describen estrategias de manejo del amamantamiento para reducir la duración del anestro postparto en el ganado ovino de pelo, para mejorar su comportamiento reproductivo y promover aumento de su inventario. Se documenta cómo hacer más eficiente su desempeño productivo, disminuyendo el periodo de anestro postparto (PP), además de reducir los costos por alimentación de las ovejas vacías, e incrementar el número de corderos por año y oveja en diferentes sistemas de producción.

**Palabras clave:** Reproducción animal, corderos, manejo eficiente.



## INTRODUCCIÓN

Ante los retos de la globalización económica, los productores de ovinos deben adoptar prácticas de manejo que sean **“limpias, verdes y éticas”**, de tal forma que además de aumentar la eficiencia productiva de los pequeños rumiantes de manera técnica y económica (sin gasto extra), se elimine la manipulación farmacológica de los animales. La duración del anestro postparto (PP) provoca que el intervalo entre partos aumente, ocasionando pérdidas económicas a los productores, por lo cual la manipulación del PP puede mejorar la eficiencia reproductiva de las ovejas (Gallegos-Sánchez *et al.*, 2009). El amamantamiento (frecuencia e intensidad) prolonga la duración del anestro PP y, una vez que la oveja ovula y manifiesta comportamiento estral, la fertilidad depende de que la involución uterina, la cual ocurre entre la cuarta y sexta semana del PP, se haya completado. Para aumentar la eficiencia en los rebaños bajo las premisas anteriores, se describen alternativas para manejar el anestro postparto, con el efecto macho, la alimentación focalizada, el destete temporal y el control de la lactancia en ovejas Pelibuey (Figura 1).

### Factores que prolongan la duración del anestro postparto (PP)

No queda claro mediante qué mecanismo podría establecerse una relación entre el amamantamiento y la involución uterina. Se menciona que ésta puede adelantarse



Figura 1. Características de las ovejas Pelibuey (muy rústicas, muy longevas, de prolificidad elevada, anestro estacional muy corto).

cuando se maneja el amamantamiento; sin embargo, un estudio realizado sobre esto demostró que ningún tratamiento exógeno con  $\text{PGF}_{2\alpha}$  o un análogo de oxitocina favorecen la involución uterina (Hayder y Ali, 2008). En ovejas en anestro estacional, la cantidad de receptores estrogénicos en la hipófisis es más grande, y en ovejas amamantando la frecuencia de pulsos de GnRH/LH es baja y la cantidad de prolactina es muy alta, lo que sugiere una respuesta diferente en los mecanismos de retroalimentación de las ovejas en anestro postparto, comparadas con las que están bajo anestro estacional (Clarke *et al.*, 1984) (Figura 2).

El papel de neurotransmisores, como los Péptidos Opióides Endógenos (POE's) durante el anestro postparto, no es claro. Se ha establecido una relación entre amamantamiento, liberación de POE's en el hipotálamo, y liberación de prolactina en hipófisis, que conllevan a una reducción de la liberación de LH, que evitará se dé la ovulación (Gordon *et al.*, 1987; Malven y Hundgens, 1987) (Figura 3). Gregg *et al.* (1986) comprobó la posible participación de los POE's durante el postparto, con el uso de un antagonista (naloxona) que incrementó la secreción de LH, sobre todo en el postparto temprano; sin embargo, en otros estudios similares, el amamantamiento no se relacionó con este mecanismo de acción (Newton *et al.*, 1988; Cosgrove *et al.*, 1993).

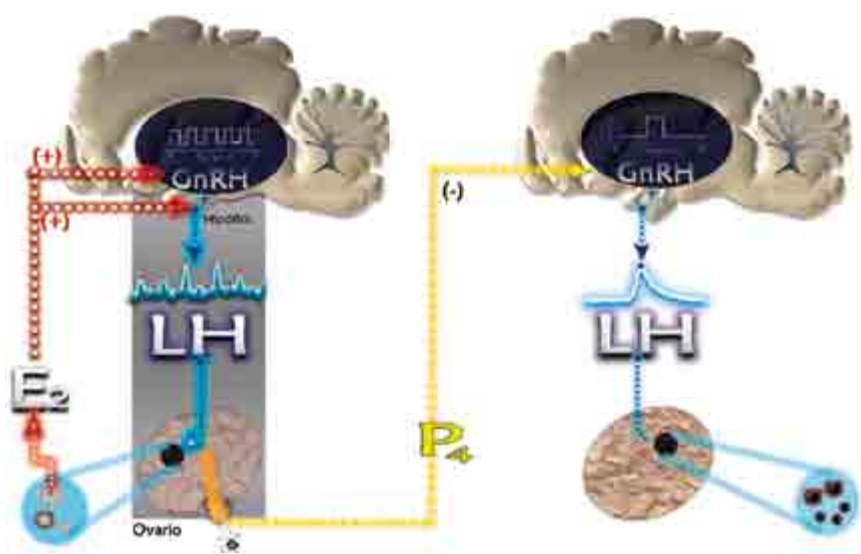


Figura 2. Esquema de las hormonas que participan en el control del ciclo estral en ovejas.

Algunos estudios han concluido que la exposición continua de un animal a condiciones de estrés puede aumentar la concentración plasmática de esteroides corticales, al igual que la prolactina, y se ha propuesto que estas hormonas pueden bloquear la ovulación. Asimismo, dado que la liberación de los POE's está relacionada con este tipo de situaciones, independientemente de los mecanismos neuroendocrinos que afecten la ovulación PP, es importante cuidar las condiciones de manejo que se les dé a las ovejas lactantes, tales como el suministro de alimento suficiente y oportuno para equilibrar el peso durante la lactancia y que se restablezca su ciclo.

**Alternativas de manejo del postparto relacionadas con el amamantamiento**

El reinicio de la actividad ovárica postparto se da cuando ocurre la primera ovulación después del parto con formación de un cuerpo lúteo, con frecuencia sin manifestación estral ("estro silencioso") (Figura 4). La duración del anestro PP es el tiempo que transcurre del parto a la primera manifestación estral de la oveja y su duración no va a ser menor que el reinicio de la actividad ovárica PP. Se han utilizado estrategias como el destete, "efecto macho" y control del amamantamiento para adelantar la primera

ovulación PP y la manifestación estral, así como restablecer la "ciclicidad" en las ovejas lactantes.

Los destetes tempranos y temporales (precoz) han sido propuestos como alternativas para inducir la ovulación en las ovejas lactantes entre el día 20 y 30 postparto y consiste en separar abruptamente a las crías de las madres. Con este sistema se espera que estas últimas ovulen entre los tres y cinco días después del destete. Rodríguez *et al.* (1986) recomiendan el destete temporal por 72 h entre los días 15 y 25 PP, manteniendo a los corderos lejos de sus madres, proponiendo que la presencia del cordero es más importante que la cantidad de leche producida por la oveja para inhibir la actividad ovárica. Con este protocolo muchas de las hembras ovulan; sin embargo, las que no quedan gestantes volverán al anestro (no reinicia el ciclo ovárico de la hembra). En otro estudio de inducción de la ovulación en ovejas de pelo lactantes, Castillo-Maldonado (2012) demostró que el destete temporal a los 43 días PP por 48 h reduce el periodo PP en ovejas lactantes. También se pueden realizar protocolos de inducción de la ovulación, combinando el destete temporal con fármacos aplicados de manera exógena como, por ejemplo, progestágenos

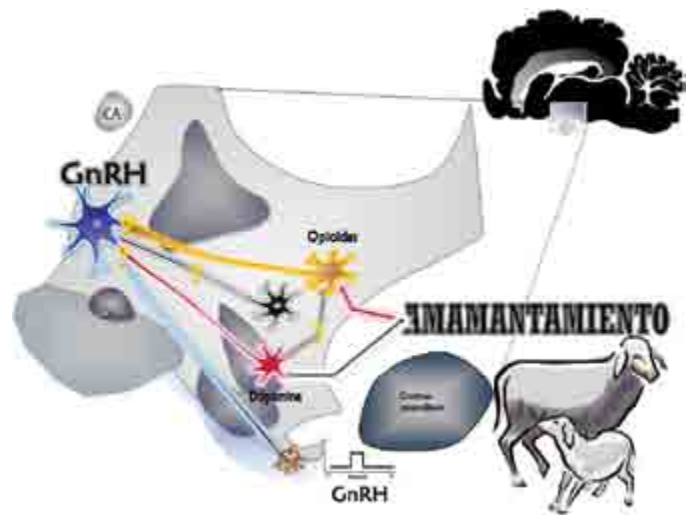


Figura 3. Relación del amamantamiento con la inhibición de la secreción pulsátil de GnRH (anestro postparto)

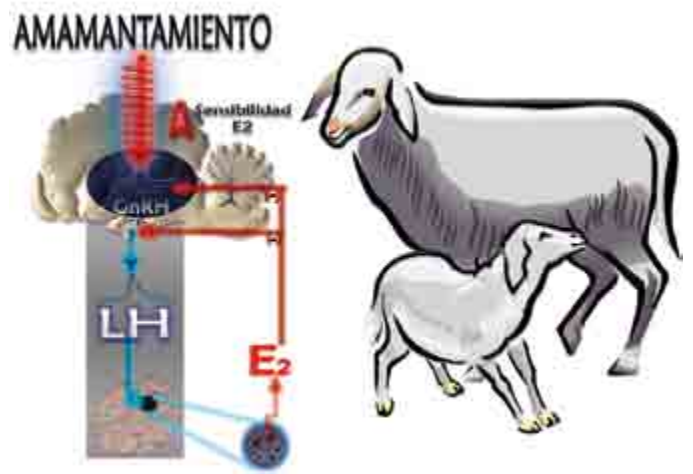


Figura 4. Diagrama de la participación del amamantamiento en la inhibición de la actividad reproductiva postparto (el amamantamiento aumenta la sensibilidad del hipotálamo al efecto negativo del estradiol).

para mejorar la respuesta de las hembras.

Es controversial si la presencia del carnero (macho) después del parto favorece que las ovejas ovulen y presenten estromientras amamantan. Algunos estudios proponen la permanencia de

las ovejas junto con el carnero después del parto y, en otros casos, su aislamiento y reagrupamiento después de cierto periodo postparto, entre los 15, 30, 45 y 60 días. Morales-Terán *et al.* (2011) sugieren la introducción del macho al corral de las ovejas por 30 minutos, a partir de los



siete días PP, cada 12 h, para estimularlas y reducir así el tiempo de amamantamiento (contacto entre hembras y crías), de tal forma que todas las ovejas presentan estro antes de los 60 días PP. En otro estudio de inducción de la ovulación en ovejas de pelo lactantes, Castillo-Maldonado *et al.* (2013) demostraron que introducir al carnero (previo asilamiento por 60 días) al momento de retirar el progestágeno (CIDR; a los 45 dPP), mejora la respuesta reproductiva de las ovejas que estuvieron amamantando por 18 h día<sup>-1</sup>, ovulan, manifiestan estro y mejoran su nivel prolífico.

### Control del amamantamiento

La comunicación química es importante en el manejo de las interacciones madre-cría y, en el caso de la oveja, el olor del fluido amniótico que cubre a su cría recién nacida es reconocido inmediatamente después del parto. Una vez establecido el vínculo madre-cría, se sabe que el grado de estimulación mamaria que la madre recibe durante la lactancia, afecta la duración del anestro postparto; es por eso que se trata de medir los efectos del tiempo que se le permite permanecer a la cría con su madre para amamantarse, sobre la eficiencia reproductiva de las ovejas lactantes. Existen trabajos donde se fija el tiempo de amamantamiento en 24 h, 18 h, 1 h y 30 min al día.

Autores como Morales-Terán *et al.* (2004, 2011), Herrera-Corredor (2008) y Camacho-Ronquillo *et al.* (2008), sugieren que reducir el tiempo de amamantamiento a 30 min dos veces al día reduce el intervalo entre el parto y LA primera ovulación (IPPO), recomendando que el inicio del control del amamantamiento sea a partir de los siete días

PP. Castillo-Maldonado *et al.* (2013) proponen separar a las madres de sus crías durante el pastoreo a los cinco días PP, e iniciar el control del tiempo de amamantamiento a los 10 días PP. Otros, como Herrera-Corredor (2008) y Hernández-Marín *et al.* (2013), coinciden en que amamantar 30 min 2 veces día<sup>-1</sup> favorece la presencia de más folículos de tamaño preovulatorio, lo que puede mejorar la tasa de ovulación y, como consecuencia, el nivel prolífico. Castillo-Maldonado (2012) mencionó que las ovejas bajo amamantamiento de 30 min 2 veces día<sup>-1</sup> tuvieron un mejor nivel prolífico, después de ser inseminadas a los 45 días PP.

Existe poca evidencia que establezca un porcentaje de ovejas ovulando antes de los 35 días PP; sin embargo, González *et al.* (1987) anotan que el mejor resultado ha sido en ovejas Pelibuey bajo amamantamiento continuo (75% ovularon antes de los 30 días PP), confirmado por la presencia de cuerpos lúteos a través de Laparotomía ventromedial, relacionándolo con buena disponibilidad de forraje. Castillo-Maldonado *et al.* (2013) mencionaron que se obtiene un mayor porcentaje de ovejas que ovulan antes de los 35 días PP para el grupo, amamantando por 30 min 2v día<sup>-1</sup> (90%) con respecto al grupo de amamantamiento por 18 h (52%); en este estudio se observó además que la ovulación de las ovejas amamantando por 30 min 2v día<sup>-1</sup> ocurre alrededor del día 30 PP, lo que sugiere que el tiempo de amamantamiento por 30 min 2v día<sup>-1</sup> puede ser un método de sincronización natural de las ovejas lactando.

La pérdida de peso durante la lactancia limita el restablecimiento del ciclo ovárico en las ovejas, y una mala condición corporal incrementa el intervalo parto primer



Figura 5. Protocolo de manejo del amamantamiento controlado con las madres en un corral y las crías en otro.

estros, efecto que puede confundir la respuesta al control del tiempo de amamantamiento. Morales-Terán *et al.* (2004), Herrera-Corredor (2008) y Pérez-Hernández *et al.* (2009) indicaron que las ovejas en amamantamiento continuo por 24 h pierden más peso, debido a una mayor producción de leche, lo que pudo prolongar la duración del anestro PP. Castillo-Maldonado *et al.* (2012) observaron que al cubrir los requerimientos nutricionales de las ovejas lactantes, no se presentan diferencias entre los pesos corporales de ambos grupos de amamantamiento.

En cuanto al desarrollo de los corderos Herrera-Corredor (2008), Pérez-Hernández *et al.* (2009), Morales-Terán *et al.* (2011) y Castillo-Maldonado *et al.* (2012), reportaron mejores ganancias de peso durante la lactancia para corderos en amamantamiento continuo por 24 y 18 h, aunque después del destete no se den diferencias en la GDP de ambos grupos de amamantamiento. También se ha reportado que la ganancia diaria de peso de los corderos que amantaron 30 min 2v día<sup>-1</sup> es mayor (Morales-Terán, 2004; Camacho-Ronquillo, 2007). Castillo-Maldonado *et al.* (2013) no reportan mortalidad de corderos bajo amamantamiento 30 min 2v día<sup>-1</sup>; sin embargo, las diferencias con otros estudios que sí reportan mortalidad pudo deberse, además del manejo nutricional, al cuidado del recién nacido y a la atención oportuna de enfermedades.

## CONCLUSIONES

Se recomienda el control del amamantamiento como método alternativo al uso de hormonas para inducir la ovulación, restablecer el ciclo ovárico, y aumentar el nivel prolífico en ovejas durante el posparto.

Disminuir el tiempo de amamantamiento a 30 min dos veces día, provoca que gran parte de las ovejas ovulen antes de los 35 días PP, lo cual facilita el empadre por 35 días a los 30 días PP, previo aislamiento de sexos por 60 días, y así aprovechar el efecto macho y evitar el uso de hormonas.

Es posible lograr que los corderos no mueran al limitar el tiempo de amamanta-

miento a una hora día<sup>-1</sup>, mediante manejo adecuado y alimentación por “Creep feeding” (suplementación predestete en corderos), basada en granos las primeras seis semanas, e incorporando forraje de buena calidad paulatinamente a partir de la séptima semana.

La ganancia de peso para los corderos en amamantamiento controlado disminuye un poco, comparándola con la de aquellos que se amamantan por 18 h o 24 h día<sup>-1</sup>; sin embargo, pueden llegar a ser más eficientes en el aprovechamiento de las dietas de engorda debido a que empezaron a consumir granos a una edad más temprana.

## AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados por el financiamiento para la realización de estas investigaciones, a través del Fideicomiso No. 167304/2010 y líneas de investigación LPI-5 y LPI-11.

## LITERATURA CITADA

- Camacho-Ronquillo C. 2007. Restricción del amamantamiento en la eficiencia reproductiva postparto en ovejas pelibuey. Tesis doctoral. Colegio de postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 68 p.
- Camacho-Ronquillo J.C., Pro M.A., Becerril-Pérez C.M., Figueroa S.B., Martín G.B., Valencia J., Gallegos-Sánchez J. 2008. Prevention of suckling improves postpartum reproductive responses to hormone treatments in Pelibuey ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 107: 85-93.
- Castillo-Maldonado P.P., Vaquera-Huerta H., Pérez-Hernández P., Gallegos-Sánchez J. 2010. Efecto del macho, destete temporal y lactancia controlada en la respuesta reproductiva de ovejas de pelo bajo un protocolo de sincronización a 35 días postparto. En memorias: XLVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, 22-27 Noviembre, Campeche, Camp. p. 153.
- Castillo-Maldonado P.P. 2012. Manejo reproductivo postparto en la oveja de pelo. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. 55 p.
- Castillo-Maldonado P.P., Vaquera-Huerta H., Pérez-Hernández P., Herrera-Corredor A.C., Gallegos-Sánchez J. 2012. El tiempo de amamantamiento afecta el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en las ovejas de pelo y el desarrollo de las crías. En memorias: XLVIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, 10-13 de septiembre, Querétaro, p. 121.
- Castillo-Maldonado P.P., Vaquera-Huerta H., Tarango-Arámbula L.A., Pérez-Hernández P., Herrera-Corredor A.C., Gallegos-Sánchez J. 2013. Restablecimiento de la actividad reproductiva posparto en ovejas de pelo. *Arch. Zootec.* 62 (239): en prensa, Aceptado: 13-2-13.
- Clarke I.J., Wright P.J., Chamley W.A., Burman K. 1984. Differences in the reproductive endocrine status of ewes in the early post-partum period and during seasonal anoestrus. *J. Reprod. Fertil.* 70: 591-597.



- Cosgrove J.R., de Rensis F., Foxcroft G.R. 1993. Opioidergic pathways in animal reproduction: Their role and effects of their pharmacological control. *Animal Reproduction Science* 33: 373-392.
- Gallegos-Sánchez J., Morales-Terán G., Tejada-Sartorius O., Pérez-Hernández P. 2009. Manejo del anestro postparto para mejorar la eficiencia reproductiva de las ovejas. *PR* 10 (3): 16-25.
- González A., Murphy B.D., De Alba J., Manns J.G. 1987. Endocrinology of the postpartum period in the pelibuey ewe. *J. Anim. Sci.* 64: 1717-1724.
- Gordon K., Renfree M.B., Short R.V., Clarke I.J. 1987. Hypothalamo-pituitary portal blood concentration of endorphin during suckling in the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 79: 397-408.
- Gregg D.W., G. Moss E., Hudgens R.E., Malven P.V. 1986. Endogenous opioid modulation of luteinizing hormone and prolactin secretion in postpartum ewe and cows. *J. Anim. Sci.* 63: 838-847.
- Hernández-Marín J.A., Herrera-Corredor C.A., Fraire-Cordero S., Cruz-Espinoza F., Maki-Díaz G., Gallegos-Sánchez J. 2013. ¿El control del amamantamiento puede estimular el desarrollo folicular postparto en ovejas de pelo? En memoria AMPA: IX Seminario Internacional de producción de ovinos en el trópico. Mayo, Villahermosa, Tab. 665-668 pp.
- Herrera-Corredor A.C. 2008. Efecto de la restricción del amamantamiento y el aceite de soya en el desarrollo folicular y el retorno a la actividad ovárica postparto en ovejas de pelo. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados, 109 p.
- Hayder M., Ali A. 2008. Factors affecting the postpartum uterine involution and luteal function of sheep in the subtropics. *Small Ruminant Res.* 79: 174-178.
- Malven P.V., Hundgens R.E. 1987. Naloxone-reversible inhibition of luteinizing hormone in postpartum ewes. Effects of suckling and season. *J. Anim. Sci.* 65: 196-202.
- Morales-Terán G., Herrera-Corredor A.C., Pérez-Hernández P., Salazar-Ortiz J., Gallegos-Sánchez J. 2011. Influencia del amamantamiento controlado y del efecto macho sobre el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja pelibuey. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 13: 493-500.
- Morales-Terán G., Pro M.A., Figueroa S.B., Sánchez del Real C., Gallegos-Sánchez J. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas pelibuey. *Agrociencia* 38:165-171.
- Newton G.R., Schillo K.K., Edgerton L.A. 1988. Effects of weaning and naloxone on luteinizing hormone secretion in postpartum ewes. *Biology of reproduction.* 39:532-535.
- Pérez-Hernández P., Hernández V.V.M., Figueroa S.B., Torres H.G., Díaz R.P., Gallegos-Sánchez J. 2009. Efecto del tipo de amamantamiento en la actividad ovárica postparto de ovejas pelibuey y tasas de crecimiento de corderos en los primeros 90 días de edad. *Rev. Cient-Fac. Cien. V.* 19 (4): 343-349.
- Rodríguez O.L., Heredia M., Quintal F., Carrillo L. 1986. Manejo de la lactación para incrementar la eficiencia reproductiva en ovejas Pelibuey. I. Presencia del cordero en destetes temporales. *Téc. Pecu. Méx.* 51: 104-110.



# Evaluación de dos acidulados de soya en pollas bovans de un día a 18 semanas

Pérez-Martínez, J.<sup>1</sup>, Cuca-García, J.M.<sup>1</sup>, Carrillo-Domínguez, S.<sup>2</sup>, Ramírez-Valverde, G.<sup>1</sup>, Pro-Martínez, P.<sup>1</sup>, Ávila-González, E.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Programa en Ganadería, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados Texcoco, Estado de México. <sup>2</sup>Depto. de Nutrición Animal, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, México D.F. <sup>3</sup>FMVZ, UNAM, México D.F.

## RESUMEN

Se evaluaron ingredientes económicos para cubrir los requerimientos nutricionales de pollitas durante la etapa de crianza y obtener pollas de peso adecuado a la madurez sexual. Se evaluaron dos aceites acidulados de soya (AAT) y (AAY) como fuente de energía, en sustitución del aceite crudo de soya (ACS), usando 300 pollas Bovans White de un día hasta 18 semanas de edad, distribuidas en seis tratamientos, con cinco repeticiones de diez pollas cada una. El aceite crudo de soya y los aceites acidulados de la misma se incluyeron en la dieta en niveles de 2% y 4%. Las variables fueron el peso de las pollas (PP), consumo de alimento (CON), y conversión alimenticia (CONV), evidenciando que sustituir el uso del ACS por acidulados no afecta ( $p > 0.05$ ) las variables PP, CON y CONV, de tal forma que pueden usarse como fuente concentrada de energía metabolizable (EM) en la dieta para crianza de pollas con menor costo.

**Palabras clave:** aceite crudo de soya, costos, dietas, fuentes concentradas de energía.



## INTRODUCCIÓN

**Las dietas** para aves se formulan para cubrir las necesidades de nutrientes necesarios, para lograr una producción eficiente (Costa *et al.*, 2009). Uno de los componentes nutricionales que influye en el rendimiento de las aves es la energía, la cual representa aproximadamente entre 60 y 70% del costo total de la misma (Francesch, 2001; Cuca *et al.*, 2009). En la avicultura, conocer la cantidad de Energía Metabolizable (EM) presente en los ingredientes y, por ende, en las dietas, es importante a fin de obtener pollas con desarrollo corporal correcto, afectando su futura vida productiva (Keshavarz, 1998). Para lograr lo anterior, se adicionan a la dieta ingredientes tales como granos y aceites (Leeson y Summers, 2005). En el caso de estos últimos, el uso de aceites vegetales es muy común; sin embargo, su costo por kilogramo es elevado (\$14.00), pues compiten con la alimentación humana. Una alternativa para reducir los costos sería el empleo de los aceites acidulados que son subproductos del proceso de refinamiento alcalino del aceite vegetal (Dumont y Narine, 2007), compuestos principalmente de ácidos grasos libres, triglicéridos, esteroides (Dumont y Narine, 2008), y ácidos grasos insaturados (Pardio *et al.*, 2001). Al ser subproductos de refinación, estos acidulados son más económicos (\$10-12.00 por kg) que el aceite crudo de soya; sin embargo, el contenido de EM es menor, debido a la cantidad de ácidos grasos libres que contienen (Keith *et al.*, 1954). Por lo anterior, se evaluó el efecto de aceites acidulados de soya adicionados en la dieta de pollas Bovans White en el peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia e impacto económico en los costos de crianza.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante 18 semanas en instalaciones del Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, en Texcoco, Estado de México. Se utilizaron 300 pollas Bovans White de un día de edad, las cuales fueron pesadas a su llegada, y distribuidas en diseño completamente al azar, con seis tratamientos y cinco repeticiones de diez pollas cada una. Las aves se alojaron en criadoras eléctricas de batería, hasta la edad de seis semanas; posteriormente se colocaron en jaulas de desarrollo. El experimento se dividió en tres fases, considerando la etapa de iniciación de 1-6 semanas de edad (Figura 1); etapa de crecimiento (7-12 semanas) (Figura 2); y etapa de desarrollo (13-18 semanas) (Figura 3). Se usó una dieta estándar, adicionando uno de los tres aceites (ACS, AAT y AAY) en concentraciones de 2% y 4%. Para cada variable se hizo un análisis de varianza con el procedimiento MIXED mediante el programa estadístico SAS (1999).

Al inicio, la temperatura en la criadora fue de 35 °C, disminuyendo 2 °C por semana hasta llegar a 29 °C. A los diez días de edad se realizó el corte de pico (Figura 4) y se aplicaron vacunas de gumboro, newcastle, bronquitis infecciosa, encefalomielititis, coriza infeccioso y viruela aviar.

Las variables evaluadas fueron: peso vivo (PV) cada 14 días, consumo de alimento (CDA) y conversión alimenticia. Las dietas fueron isoprotéicas e isoenergéticas y se formularon a base sorgo-pasta de soya, para lo cual se varió la inclusión del sorgo, pasta de soya y de arena (esterilizada en autoclave), a fin de cubrir las necesidades de aminoácidos, energía, vitaminas y minerales para pollas señaladas por el National Research Council (NRC) (1994), modificadas por Cuca *et al.* (2009) (Cuadro 1, 2, 3), así como el costo



Figura 1. Etapa de iniciación (pollas de un día de edad).



Figura 2. Etapa de crecimiento (pollas de 11 semanas).



Figura 3. Etapa de desarrollo (pollas de 16 semanas).



Figura 4. Corte de pico precoz (10 días).

financiero de las mismas (Cuadro 4). El agua y alimento se ofrecieron libremente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 5 muestra que no hubo interacción etapa  $\times$  tratamiento ( $p=0.115$ ) y tampoco se encontraron diferencias entre tratamientos durante las etapas de crianza ( $p=0.2186$ ) (Figura 5) al sustituir los aceites acidulados de soya por el aceite crudo de soya en niveles de 2% y 4%, lo que es importante en la cría de las pollas, pues de obtener un lote con un peso uniforme, dependerá que éstas expresen al máximo su potencial genético (Carrizo y Lozano, 2007). No se tienen registros del valor nutritivo de los aceites acidulados de soya usados en pollas durante la crianza; sin embargo, sí hay informes que mencionan el valor de energía requerido para las pollas en cada una de sus etapas (NRC, 1994). De acuerdo con Leeson (1996), pollas alimentadas con  $2750 \text{ Kcal kg}^{-1}$  de EM tienen menos peso a las 20 semanas de edad que las aves con una dieta de  $2950 \text{ Kcal kg}^{-1}$ , pues el crecimiento de la polla está influenciado por la energía contenida en la dieta. A partir de 2005, Leeson y Summers (2005) recomiendan  $2900 \text{ Kcal kg}^{-1}$  para pollas Leghorn de 0 a 10 semanas y  $2850 \text{ Kcal kg}^{-1}$  para 10 a 18 semanas.

Cuadro 1. Composición de dieta para iniciación (1-6 semanas).

Ingrediente	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	(%)					
Sorgo (8,3 PC)	60.55	54.52	61.15	55.70	61.15	55.70
Pasta soya (45.8 PC)	31.46	32.10	31.39	31.98	31.39	31.98
Arena	2.39	5.75	1.86	4.70	1.86	4.70
Aceite acidulado T	0.00	0.00	2.00	4.00	0.00	0.00
Aceite acidulado Y	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	4.00
Aceite crudo de soya	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DL-Metionina	0.23	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23
CaCO <sub>3</sub> (38)****	1.74	1.72	1.74	1.73	1.74	1.73
Fosfato dicálcico (18/21)*	1.17	1.21	1.17	1.20	1.17	1.20
Premezcla vitamínica**	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Premezcla mineral***	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Sal	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
\$ kg <sup>-1</sup> de alimento	4.67	4.79	4.65	4.73	4.61	4.65
Análisis calculado						
EM (Kcal kg <sup>-1</sup> )	2950	2950	2950	2950	2950	2950
Proteína cruda (%)	19.60	19.40	19.62	19.44	19.62	19.44
Calcio (%)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fósforo disponible (%)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Lisina (%)	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Metionina+cistina (%)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Triptófano (%)	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Treonina (%)	0.73	0.72	0.73	0.72	0.73	0.72

\*18%= fósforo y 21%= calcio. \*\*Aporta por kilogramo de alimento: vitamina A, 9000 UI; vitamina D<sub>3</sub>, 2500 UI; vitamina E, 20 UI; vitamina K, 3.0 mg; vitamina B<sub>2</sub>, 8.0 mg; vitamina B<sub>12</sub>, 0.015 mg; ácido pantoténico, 10 mg; niacina, 40 mg; ácido fólico, 0.5 mg; colina, 300 mg; biotina, 0.055 mg; tiamina, 2.0 mg.

\*\*\*Aporta por kilogramo de alimento: Fe, 65.0 mg; Zn, 100 mg; Mn, 100 mg; Cu, 9.0 mg; Se, 0.3 mg; I, 0.9 mg. \*\*\*\*38%= calcio.; PC, proteína cruda. T1, aceite crudo de soya al 2 %; T2, aceite crudo de soya al 4 %; T3, aceite acidulado de soya T al 2 %; T4, aceite acidulado de soya T al 4 %; T5, aceite acidulado de soya Y al 2 %; T6, aceite acidulado de soya Y al 4 %.

Cuadro 2. Composición de dieta para crecimiento (7-12 semanas)

Ingrediente	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	(%)					
Sorgo (8.3 PC)	66.46	60.42	67.05	61.60	67.05	61.60
Pasta soya (45.8 PC)	23.93	24.58	23.87	24.45	23.87	24.45
Arena	4.43	7.79	3.90	6.74	3.90	6.74
Aceite acidulado T	0.00	0.00	2.00	4.00	0.00	0.00
Aceite acidulado Y	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	4.00
Aceite crudo de soya	2	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DL-Metionina	0.12	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13
CaCO <sub>3</sub> (38)	1.61	1.59	1.61	1.60	1.61	1.60
Fosfato dicálcico (18/21) *	0.99	1.02	0.99	1.02	0.99	1.02
Premezcla vitamínica**	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Premezcla mineral***	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Sal	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
\$ kg <sup>-1</sup> de alimento	4.33	4.45	4.31	4.40	4.27	4.32
Análisis calculado						
EM (Kcal/kg)	2950	2950	2950	2950	2950	2950
Proteína cruda (%)	16.32	16.14	16.33	16.17	16.33	16.17
Calcio (%)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Fósforo disponible (%)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Lisina (%)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Metionina+Cistina (%)	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
Triptófano (%)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Treonina (%)	0.62	0.61	0.62	0.61	0.62	0.61

\*18%=fósforo y 21%=calcio. \*\*Aporta por kilogramo de alimento: vitamina A, 9000 UI; vitamina D3, 2500 UI; vitamina E, 20 UI; vitamina K, 3.0 mg; vitamina B2, 8.0 mg; vitamina B12, 0.015 mg; ácido pantoténico, 10 mg; niacina, 40 mg; ácido fólico, 0.5 mg; colina, 300 mg; biotina, 0.055 mg; tiamina, 2.0 mg. \*\*\*Aporta por kilogramo de alimento: Fe, 65.0 mg; Zn, 100 mg; Mn, 100 mg; Cu, 9.0 mg; Se, 0.3 mg; I, 0.9 mg. \*\*\*\*38%=calcio. PC, proteína cruda. T1, aceite crudo de soya al 2%; T2, aceite crudo de soya al 4%; T3, aceite acidulado de soya T al 2%; T4, aceite acidulado de soya T al 4%; T5, aceite acidulado de soya Y al 2%; T6, aceite acidulado de soya Y al 4%.



Cuadro 3. Composición de dieta para desarrollo (13-18 semanas de edad).

Ingrediente	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Sorgo (8.3 PC)	62.13	58.75	62.49	59.87	62.49	59.87
Pasta soya (45.8 PC)	19.91	20.27	19.87	20.15	19.87	20.15
Arena	13.00	14.00	12.67	13.00	12.67	13.00
Aceite acidulado T	0.00	0.00	2.00	4.00	0.00	0.00
Aceite acidulado Y	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	4.00
Aceite crudo de soya	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DL-Metionina	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
CaCO <sub>3</sub> (38)	1.47	1.46	1.47	1.46	1.47	1.46
Fosfato dicálcico (18/21)*	0.82	0.84	0.82	0.83	0.82	0.83
Premezcla vitamínica**	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Premezcla mineral***	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Sal	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
\$ kg <sup>-1</sup> de alimento	3.99	4.17	3.96	4.12	3.92	4.04
Análisis calculado						
EM (Kcal/kg)	2706	2785	2700	2784	2700	2784
Proteína cruda (%)	14.18	14.09	14.20	14.12	14.20	14.12
Calcio (%)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Fósforo disponible (%)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Lisina (%)	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
Metionina+Cistina (%)	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
Triptófano (%)	0.18	0.17	0.18	0.17	0.18	0.17
Treonina (%)	0.54	0.53	0.54	0.53	0.54	0.53

\*18%= fósforo y 21%= calcio. \*\*Aporta por kilogramo de alimento: vitamina A, 9000 UI; vitamina D<sub>3</sub>, 2500 UI; vitamina E, 20 UI; vitamina K, 3.0 mg; vitamina B<sub>2</sub>, 8.0 mg; vitamina B<sub>12</sub>, 0.015 mg; ácido pantoténico, 10 mg; niacina, 40 mg; ácido fólico, 0.5 mg; colina, 300 mg; biotina, 0.05 mg; tiamina, 2.0 mg. \*\*\*Aporta por kilogramo de alimento: Fe, 65.0 mg; Zn, 100 mg; Mn, 100 mg; Cu, 9.0 mg; Se, 0.3 mg; I, 0.9 mg.

\*\*\*\*38%= calcio. PC, proteína cruda. T1, aceite crudo de soya al 2 %; T2, aceite crudo de soya al 4 %; T3, aceite acidulado de soya T al 2 %; T4, aceite acidulado de soya T al 4 %; T5, aceite acidulado de soya Y al 2 %; T6, aceite acidulado de soya Y al 4 %.

Cuadro 4. Costo de ingredientes de las dietas

Ingrediente	Costo (\$) kg
Sorgo	3.50
Pasta de soya	5.80
Aceite acidulado T de soya	12.00
Aceite acidulado Y de soya	10.00
Aceite crudo de soya	14.00
Metionina	70.00
Treonina	30.00
CaCO <sub>3</sub> (38%)	1.50
Fosfato dicálcico (18/21)	16.00
Premezcla vitamínica	75.00
Premezcla mineral	20.00

Cuadro 5. Peso corporal obtenido en pollas Bovans White a 18 semanas de crianza.

Etapa		T1	T2	T3	T4	T5	T6	ISA
		(g <sup>-1</sup> )						
Iniciación	1 día	40	40	40	40	40	40	
	2	115	118	114	114	112	114	110
	4	250	258	245	253	239	253	260
Crecimiento	6	410	430	408	418	409	417	430
	8	640	654	624	650	628	636	620
	10	869	885	856	892	878	867	810
Desarrollo	12	1041	1042	1049	1051	1038	1035	980
	14	1175	1187	1165	1184	1144	1170	1110
	16	1370	1378	1357	1367	1326	1343	1160
	18	1503	1552	1500	1569	1494	1516	1290
	EE		5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98

\*No hubo diferencia significativa (p>0.05). EE, error estándar.

T1, aceite crudo de soja al 2%; T2, aceite crudo de soja al 4%; T3, aceite acidulado de soja T al 2%; T4, aceite acidulado de soja T al 4%; T5, aceite acidulado de soja y al 2%; T6, aceite acidulado de soja y al 4%; ISA, Hendrix Genetics Company.

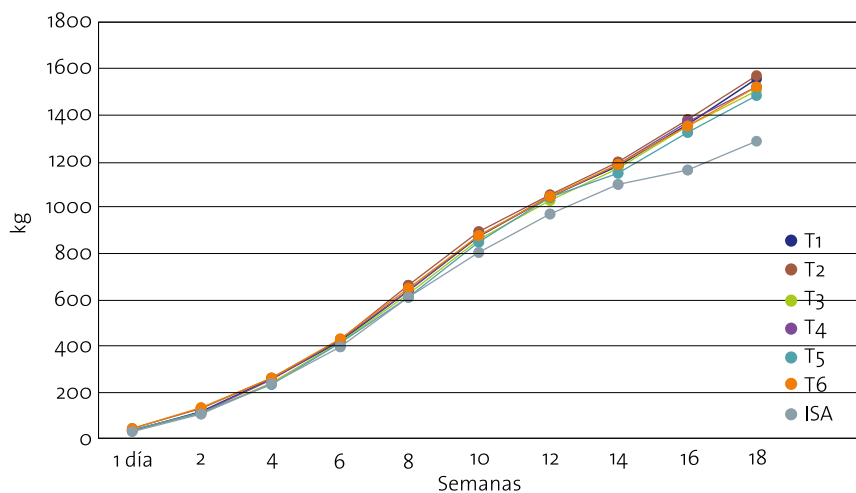


Figura 5. Crecimiento de pollas de 1-18 semanas de edad.

El peso de las pollas se comparó con el manual de la línea ISA (2013), donde se observó mayor peso en la última etapa que lo indicado por el manual, lo cual es relevante pues, al pesar a una pollona en el momento de la madurez sexual, el tamaño del primer huevo que produzca será mayor (Cuadro 5). Flores (1994) encontró que pollas de 18 semanas con un peso corporal de 1360 g<sup>-1</sup> pusieron su primer huevo de 40.7 g<sup>-1</sup>, mientras que en las que pesaron 1590 g<sup>-1</sup> fue de 42.5 g<sup>-1</sup>.

Para la variable CDA no se encontró interacción de tratamientos por etapa, ni diferencia entre tratamientos en la crianza (p=0.922) (Cuadro 6), pues las dietas eran isocalóricas (2950 Kcal kg<sup>-1</sup>) en las dos primeras etapas, mientras que en la última las dietas estaban entre 2700 Kcal kg<sup>-1</sup> y 2785 Kcal kg<sup>-1</sup>, lo cual indicó que 85 Kcal<sup>-1</sup> de diferencia no influyen en el CDA, pues cuando aumenta la concentración de energía en las dietas, las aves consumen menos alimento (Hussein *et al.*, 1996; Harms *et al.*, 2000). Lo anterior coincide con Morris (2004), quien menciona que cuando la densidad de energía es baja, el ave aumenta el consumo de alimento hasta ajustarse a sus necesidades energéticas.

La variable CA no mostró interacción tratamiento por etapa (p=0.4611) ni efecto de tratamientos (p=0.227) (Cuadro 7), por lo que incluir aceites acidulados por aceite crudo de soja, da como resultado menor costo de alimentación por kilogramo de peso en las pollas, sin causarles daño.

Cuadro 6. Consumo de alimento ave/día obtenido en pollas Bovans White durante 18 semanas de crianza.

Etapa	Semana*	T1	T2	T3	T4	T5	T6
		(g <sup>-1</sup> )					
Iniciación	1	11	11	11	12	15	14
	2	17	17	16	19	18	20
	4	22	24	22	22	22	23
Crecimiento	6	34	38	35	36	36	36
	8	53	57	53	55	53	54
	10	64	65	64	69	69	66
Desarrollo	12	71	70	70	72	73	73
	14	79	82	78	79	79	81
	16	88	92	88	89	91	92
	18	79	86	79	85	86	86
Consumo total		518	542	516	538	542	545
EE		11.91	11.9	11.91	11.91	11.91	11.91

\*No hubo diferencia significativa ( $p > 0.05$ ). EE, error estándar. T1, aceite crudo de soya al 2 %; T2, aceite crudo de soya al 4 %; T3, aceite acidulado de soya T al 2 %; T4, aceite acidulado de soya T al 4 %; T5, aceite acidulado de soya Y al 2 %; T6, aceite acidulado de soya Y al 4 %.

Cuadro 7. Conversión alimenticia obtenida en pollas Bovans White a 18 semanas de crianza.

Etapa	Semana*	T1	T2	T3	T4	T5	T6
		(g <sup>-1</sup> )					
Iniciación	2	0.97	0.99	1.03	0.90	0.96	0.83
	4	1.59	1.56	1.59	1.61	1.56	1.61
Crecimiento	6	1.76	1.62	1.67	1.68	1.64	1.68
	8	1.72	1.65	1.70	1.70	1.70	1.68
	10	1.95	1.94	1.92	1.84	1.90	1.81
	12	2.08	2.12	2.16	2.11	2.04	2.04
Desarrollo	14	2.12	2.06	2.13	2.14	2.07	2.09
	16	2.21	2.14	2.19	2.19	2.09	2.08
	18	2.71	2.59	2.71	2.65	2.48	2.49
	EE		0.98	0.98	0.98	0.98	0.98

\*No hubo diferencia ( $p > 0.05$ ). T1, aceite crudo de soya al 2 %; T2, aceite crudo de soya al 4 %; T3, aceite acidulado de soya T al 2 %; T4, aceite acidulado de soya T al 4 %; T5, aceite acidulado de soya Y al 2 %; T6, aceite acidulado de soya Y al 4 %.

El Cuadro 8 muestra la disminución del costo en las dietas al incluir los aceites acidulados de soya por el aceite crudo de soya desde 0.5% hasta 3.11%. Wall (2004) y Grieve (2007) consideran que para tener éxito en la avicultura, es importante criar pollitas de alta calidad para que sean buenas ponedoras, por lo que el crecimiento de las mismas no debe considerarse como un costo, sino como un pago para mejorar el peso y número de huevos.

## CONCLUSIONES

Los aceites acidulados se pueden utilizar como fuente concentrada de energía, sustituyendo al aceite crudo de soya en las etapas de iniciación, crecimiento y desarrollo para obtener pollonas de buen peso, pues de esto depende una buena ponedora. Al usar los acidulados en las dietas, se reduce el costo de la alimentación durante la crianza.

## LITERATURA CITADA

- Carrizo J., Lozano J.M. 2007. Alimentación de las pollitas e inicio de puesta. XXIII Curso de especialización FEDNA. Madrid España. pp. 93-107.
- Costa F.G., Costa T.S., Gorlart D.C., Flgueredo-Lima D.F., Neto R.L., Quirino B.J. 2009. Metabolizable energy levels for semi-heavy laying hens at second production cycle. *Revista Brasileira Zootecnia* 38(5): 857-862
- Cuca G.M., Pró A.M., Ávila E.G. 2009. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 1-154.
- Dumont M.J., Narine S.S. 2007. Soapstock and deodorizer distillates from North American vegetable oils: Review on their characterization, extraction and utilization. *Food Research International*. 40: 957-974.
- Dumont M.J., Narine S.S. 2008. Characterization of soapstock and deodorizer distillates of vegetable oils using gas chromatography. *Inter Science. LipidTechnology*. 20(6): 136-138.
- Francesch M. 2001. Sistemas para la valoración energética de los alimentos en aves. *Producción animal*. 9(1): 35-42.
- Flores A. 1994. Programa de alimentación en avicultura. Ponedora comercial. X congreso de especialización FEDNA. pp.1-3.
- Grieve D. 2007. Puntos críticos del manejo de pollas de reposición de ponedoras durante la fase de desarrollo. *Memorias XX Congreso Latinoamericano de Avicultura*. Porto Alegre. Brasil. p.1.
- Harms R., Russell G., Sloan D. 2000. Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy. *Poultry Science*. 9: 535-541.
- Hussein A.S., Cantor A.H., Pescatore A.J., Johnson T.H.E. 1996. Effect of Dietary Protein and Energy Levels on Pullet Development. *Poultry Science* 75: 973-978.

- ISA A Hendrix Genetics Company. (Disponible en línea con actualizaciones en <http://www.isapoultry.com/es-ES/Products/Bovans/Bovans%20White.aspx>) (Revisado el 20 de enero de 2013).
- Keith F.W., Blackly F.E., Sadler F.S. 1954. Impurities in vegetable oil refining soapstock. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 30: 298-302.
- Keshavarz K. 1998. The Effect of Light Regimen, Floor Space, and Energy and Protein Levels During the Growing Period on Body Weight and Early Egg Size. *Poultry Science*. 77: 1266-1279
- Leeson S. 1996. Programas de alimentación para ponedoras y broilers. Dept. of Animal and Poultry Science University of Guelph, Ontario. Canada N1G 2W1. Madrid España. p. 5.
- Leeson S., Summers J.D. 2005. *Comercial poultry nutrition*. 3 th ed. University Books, Guelph, Ontario, Canada. pp. 124-161.
- Morris T.M. 2004. Nutrition of chicks and layers. *World's Poultry Science*. 60: 5-12.
- National Research Council. 1994. Nutrient requirements of poultry. National Academy of Sciences. Washington, National Academy Press 2101 Constitution Avenue, NW Washington, D.C. 20418, U.S.A.
- Pardío V.T., Landín L.A., Waliszewski K.N., Badillo C., Pérez F.G. 2001. The Effect of Acidified Soapstocks on Feed Conversion and Broiler Skin Pigmentation. *Poultry Science*. 80: 1236-1239.
- Wall R. 2004. Importancia de la calidad de las pollitas. *Selec. avícolas*. pp. 1-13.
- SAS Institute. 1999. Statistical Analysis System. The SAS system for Window release 8.0. USA. pp. 558.

Cuadro 8. Costo de producción de las dietas para pollas de 1-18 semanas

Etapas	Tratamiento	Costo de alimento (kg)	Disminución de costo (%)
Iniciación	T1	4.67	
	T2	4.79	
	T3	4.65	0.5
	T4	4.73	1.3
	T5	4.61	1.3
	T6	4.65	2.9
Crecimiento	T1	4.33	
	T2	4.45	
	T3	4.31	0.5
	T4	4.40	1.3
	T5	4.27	1.4
	T6	4.32	2.9
Desarrollo	T1	3.99	
	T2	4.17	
	T3	3.96	0.75
	T4	4.12	1.2
	T5	3.92	1.7
	T6	4.04	3.11

T1, aceite crudo de soya al 2%; T2, aceite crudo de soya al 4%; T3, aceite acidulado de soya T al 2%; T4, aceite acidulado de soya T al 4%; T5, aceite acidulado de soya y al 2%; T6, aceite acidulado de soya y al 4%.

# LOS VIRUS BACTERIÓFAGOS EN LA INDUSTRIA GANADERA BOVINA



Ley de Coss, A.<sup>1</sup>, Cobos-Peralta, M.A.<sup>2</sup>, Aguirre-Medina, J.F.<sup>1</sup>, Marroquín-Agreda, F.J.<sup>1</sup>, Lerma-Molina, J.N.<sup>1</sup>, Posada-Cruz, S.<sup>1</sup>, Cerda-Ocaranza, M.<sup>1</sup>

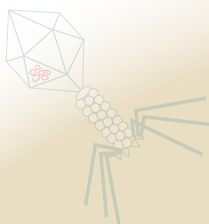
<sup>1</sup>Cuerpo Académico en Productividad de Agroecosistemas Tropicales, Facultad de Ciencias Agrícolas, *Campus IV*, Universidad Autónoma de Chiapas, Entronque Carretera Costera S/N, Huehuetán, Chiapas, México. CP. 36670. <sup>2</sup>Programa de Ganadería, *Campus Montecillo*, Colegio de Postgraduados Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, CP. 56230,

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

## RESUMEN

Las bacterias fueron los primeros microorganismos en ser descubiertos en el rumen, posteriormente, junto con los protozoarios y los hongos fueron identificados como habitantes normales de este órgano. El rumen es un ecosistema anaerobio rico en biodiversidad microbiana (microflora, microfauna y, recientemente, virus bacteriófagos), que depende de factores internos y externos (tipo y frecuencia de la alimentación; además del manejo de los animales) para su mantenimiento y función. En bacterias similares (cepas ácido lácticas) a las que existen en el rumen, pero usadas en la industria lechera, se ha reportado la presencia de virus que hacen fallar parcial o totalmente la manufactura (fermentación microbiana) de los productos lácteos. Sin embargo, se ha elucidado que estos microorganismos (virus) pueden ser de beneficio en la industria ganadera; por ello, se ha retomado y enfocado la atención en el cultivo, inducción y aislamiento en los fagos que infectan a las bacterias lácticas y otras, ya que, aunque representa un problema en la industria lechera con afectaciones económicas, también puede beneficiar la ganadería al eliminar bacterias que inducen acidosis ruminal en los corrales de engorda y los sistemas intensivos de producción lechera.

**Palabras clave:** Rumiantes, fagos, lácteos, bacterias, medio de cultivo.



## INTRODUCCIÓN

El estudio de los virus bacteriófagos o fagos es un aspecto que ha tomado relevancia, debido a que estos microorganismos causan daño al matar o inhibir a las bacterias ácido lácticas (BAL), tales como *Streptococcus* spp., *Lactobacillus* spp. y *Lactococcus* spp., entre otras, que son importantes para la industria lechera (producción de queso, de yogurt, de crema, etcétera). Estos fagos también pueden afectar negativamente las poblaciones de *Streptococcus bovis*, BAL que están en el rumen de animales con acidosis ruminal subclínica (ARS) alimentados con dietas altas en carbohidratos de rápida fermentación o concentrados energéticos (>40% en la dieta). Con ello se busca favorecer el bienestar animal durante la engorda intensiva; por tanto, generar metodologías eficaces para el aislamiento y la evaluación de los fagos permite obtener herramientas necesarias para combatir problemas en los sistemas de producción pecuario, como la acidosis ruminal.

## Características de los bacteriófagos

Por definición, los bacteriófagos son virus que comen bacterias, de estructura sencilla y pequeña, capaces de introducirse en el interior de las células vivas específicas; su principal componente molecular es ácido desoxirribonucleico (ADN) y proteínas (Joklik, 1997) (Figura 1 A). La caracterización de los bacteriófagos se ha llevado a cabo con estudios de microscopía, homología de ADN, perfiles proteicos, serología y parámetros con enzimas de restricción en el ADN, lo que ha llevado a nuevas clasificaciones de estos microorganismos (Moineau *et al.*, 1996). A pesar de la existencia de estos virus dentro de la industria lechera y en el ecosistema ruminal, con una población dinámica, las poblaciones en el rumen se mantienen altas por la significativa y continua lisis de bacterias (Klieve y Swain, 1993). Solamente se han identificado tres tipos de fagos que provocan problemas en la fermentación láctea: el A (de tallo contráctil y cabeza poliédrica), el B (de tallo flexible no contráctil y cabeza icosaédrica), y el C, de los cuales se han identificado algunos por estar en un estado lisogénico y aislados por medio de inducciones con fármacos, como la mitomicina C (Lockington *et al.*, 1988; Moineau *et al.*, 1996).

En su ciclo de vida los fagos requieren de la maquinaria de la célula hospedante para la replicación, transcripción y traducción de su código genético. Este ciclo de vida consta de la fase lisogénica, conocida también como atemperada, que inicia una vez que el virus inserta su genoma en el ADN de la bacteria, y el material genético se reproduce a la par de cada división celular, sin afectar la viabilidad de ambos y de una segunda fase lítica donde el fago domina la maquinaria biosintética de la bacteria, así como la replicación de ADN y la transcripción de ADN al ARN mensajero (ARNm), generando que la traducción del ARNm a biomoléculas (ácidos nucleicos y proteínas) se realice exclusivamente con el material genético del virus. El ciclo lítico termina con la muerte de la bacteria y la liberación de nuevos virus al medio ambiente (Joklik, 1997; Madigan, 2003) (Figura 1 B).

## Bacteriófagos en la industria lechera

Desde 1935 se ha reportado la existencia de fagos en BAL iniciadores de la fermentación láctea con una población de entre  $10^6$  a  $10^{10}$  UFP (unidades formadoras de placas líticas)  $\text{mL}^{-1}$  de leche (Teuber y Lembke, 1983; Moineau *et al.*, 1996). El continuo y extensivo uso de BAL, como *Lactococcus* spp., *Lactobacillus* spp. y *Streptococcus* spp. en la fermentación y maduración

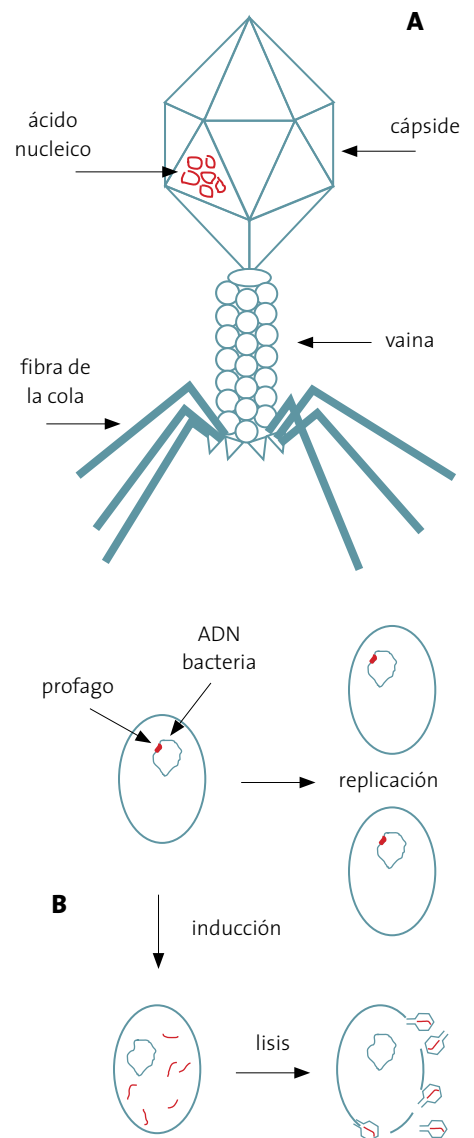


Figura 1. A: Componentes del bacteriófago. B: Ciclo de vida de un bacteriófago

de productos lácteos, ha permitido que estas cepas se encuentren limitadas por la contaminación de microorganismos; dentro de ellos, los virus bacteriófagos (Lapointe *et al.*, 1996; Saturio y Klaenhammer, 2002). Fagos específicos han sido aislados de cepas de lactococos y estreptococos que han acarreado problemas significativos en la industria láctea (Saturio y Klaenhammer, 2002), en *Lactobacillus delbrueckii*, subespecies *bulgaricus* y *lactis* utilizadas en la fabricación de queso y yogurt (Valasa *et al.*, 1995; Auad *et al.*, 1997). En *Lactococcus lactis* (Garbutt *et al.*, 1997; Shirley *et al.*, 1998) y en *S. thermophilicus* se han aislado cuatro subtipos del grupo B de fagos (Sheehan *et al.*, 1999; Saturio y Klaenhammer, 2002) en *Lactobacillus helveticus*, donde 57% de 37 cepas inducidas con mitomicina C presentaron fase lítica de fagos atemperados (Séchaud *et al.*, 1992; Carminati *et al.*, 1997). También se han aislado en estreptococos lácticos mesofílicos como: *S. cremoris*, *S. lactis*, subespecies *diacetylectis* (Reyrolle *et al.*, 1982), y en *Lactobacillus plantarum* (Caso *et al.*, 1994), *Lactobacillus casei* (Séchaud *et al.*, 1988) y, en general, en lactobacilos mesofílicos donde prevalecen las BAL. Por otra parte, los estados lisogénicos no son frecuentemente identificados cuando se utiliza un indicador de lisis como forma de detección, y solamente en 50% de las cepas inducidas se pueden obtener resultados cuando los bacteriófagos son expresados por lisis celular y microscopía electrónica.

Las principales fuentes de contaminación de fagos son leche fresca, cepas iniciadoras con virus en estado lisogénico y leche pasteurizada, debido a que éstos no pueden ser destruidos por pasteurización (Lapointe *et al.*, 1996; Bruttin *et al.*, 1997); también, el suero, la crema, productos finalizados, el equipo de trabajo (tinas, tanques),

los pisos y paredes, el aire de las instalaciones, el personal y su ropa (Teuber y Lembke, 1983; Garbut *et al.*, 1997). Los fagos en mención son virulentos (líticos), capaces de destruir el proceso de manufactura, con la consecuente pérdida de la capacidad fermentativa asociada con la lisis celular, causando pérdidas significativas en tiempo y producción (Brüssow *et al.*, 1994; Shirley *et al.*, 1998), aunque el efecto negativo dependerá del tipo de cepa iniciadora utilizada, ya que algunas cepas tienen un efecto menor y producen suficiente cantidad de ácido láctico o, en su caso, citrato, como en condiciones normales (Carminati *et al.*, 1997; Maijala-Liisa *et al.*, 1986). Garbut *et al.* (1997) indican que existen algunos mecanismos que inducen resistencia a la infección por fagos; por ejemplo, *Lactococcus lactis* está en el sistema de modificación/restricción, el aborto de la infección, las barreras que impiden la adsorción y otros que bloquean aparentemente la penetración del ADN viral. Existen otros, como la especificidad de los fagos a situaciones donde las cepas que fueron sensibles a fagos atemperados y que no presentaron sensibilidad a fagos virulentos y/o viceversa, aunque existen algunas sensibles a ambas formas (Reyrolle *et al.*, 1982).

### Bacteriófagos en bacterias ruminales

Klieve *et al.* (1989) mencionan la presencia en bacterias ruminales como *Serratia* spp., *S. bovis*, *S. durans*, *Bifidobacterium ruminale*, *Magnovov eadii*, *Methanobrevibacter* spp., *Fusobacterium* spp., y en *Selenomonas ruminantium* (Lickington *et al.*, 1988). Aunque no hay certeza de aislamientos en bacterias celulolíticas, se ha reportado la presencia de partículas víricas (desechos de fagos-cabezas y tallos solos) en *Butirivibrio fibrisolvens* (cepa AR14) y *Ruminococcus flavefaciens* (AR66), *Bacteroides ruminicola* y *Eubacterium ruminantium*, y material genético viral en *R. flavefaciens* (cepas AR17 y AR72); en todos los casos, los bacteriófagos identificados pertenecieron al grupo B (Klieve *et al.*, 1989).

El efecto de los bacteriófagos sobre la flora ruminal, principalmente en el metabolismo funcional, ha sido poco documentada y, en vista de la alta densidad bacteriana que existe en el rumen, la presencia de estos virus es un hecho demostrado (Lickington *et al.*, 1988; Swain *et al.*, 1996). Se han reportado cantidades de  $3.0 \times 10^9$  a  $1.6 \times 10^{10}$  de partículas virales por mililitro de líquido ruminal; sin embargo, Reyrolle *et al.* (1982), y Klieve y Swain (1993) consignan que la cantidad de fagos dependerá de la metodología de aislamiento y que la mayor cantidad de partículas virales se ha obtenido con la técnica de ultracentrifugación.

Una de las funciones importantes de los bacteriófagos es la liberación de nutrientes del protoplasma celular y, como resultado de ello, se reduce la eficiencia (menor tasa de degradación) en la utilización de los nutrientes (Swain *et al.*, 1996), ya que eventualmente causan la lisis celular (Firkins *et al.*, 1992; Teuber y Lembke, 1983). Swain *et al.* (1996) consignan que la población de bacteriófagos en el rumen es única de cada animal; ya que no existe intercambio entre los animales, como ocurre con la flora y la fauna. Esta dinámica individual en la población viral da como resultado variaciones en su cantidad; por ejemplo, es baja cerca del momento de su alimentación, alta entre las ocho y las diez horas posteriores a su alimentación, y estable durante el resto del ciclo, lo cual influye sobre este flujo de partículas virales. Según los especialistas, lo anterior está relacionado con el tipo de alimentación, ya que algunos ingredientes de la dieta fomentan su aumento debido a un cambio en la temperatura del rumen, lo cual induce la fase

lítica. Otra teoría indica que el cambio en la concentración de bacterias, tal como un aumento en la flora hospedadora de bacteriófagos, hace que ocurra una infección lítica. Klieve *et al.* (1989) anotan que la frecuencia de aislamiento de fagos desde bacterias ruminales no es común, sugiriendo que los fagos observados en el contenido ruminal podrían ser originados por una asociación lisogénica o pseudolisogénica entre los virus y las bacterias que habitan ahí. Algunos resultados indican que de un total de 38 cepas, sólo 27% presentó partículas virales, lo cual significa que solamente 20% de las bacterias ruminales producen o se encuentran asociadas a bacteriófagos lisogénicos.

### Métodos de aislamiento de fagos

Se han utilizado diversos medios de cultivo para el crecimiento y aislamiento de bacteriófagos en BAL; los principales son: el M17, más 0.5% de lactosa a 30 °C (Moineau *et al.*, 1993; Sheehan *et al.*, 1999); el Elliker, con 1% de extracto de carne (a 43 °C, Sheehan *et al.*, 1999); y 2.5 µg mL<sup>-1</sup> de clo-ranfenicol, que para su conservación a -80 °C se adiciona 10% de glicerol.

Para las pruebas de sensibilidad y presencia de fagos (técnica de la doble capa) (Figura 2) se ha utilizado el agar Bacto (1.5% y 0.75% de agar para cada placa; Kadary *et al.*, 2000; Saturio y Klaenhammer, 2002), el medio MRS, adicionado con CaCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O 10 mM (Aquad *et al.* 1997; Carminati *et al.*, 1997; Ley de Coss y Cobos, 2006 datos no publicados), y el medio a base de tripticasa peptona y extracto de levadura (Cotta y Whitehead, 1993). Lapointe *et al.* (1996) reportaron que las BAL y sus fagos fueron evaluados en medio de agar M17, más 0.05% de lactosa; adicionado con CaCl<sub>2</sub> 1 mM e

incubados durante 16 h a 21 °C; después fueron filtrados y se conservaron a 4 °C y, usando la técnica de la doble placa (3 mL de medio de cultivo M17; placa blanda 0.5% de agar), se adicionó un mL de leche más 200 µL de la suspensión de fagos aislados (10<sup>9</sup> UFP mL<sup>-1</sup>) y 0.1 mL de *Lactobacillus lactis*; incubando durante 24 h a 30 °C.

El medio M17, suplementado con 0.5% de glucosa (M17G), fue utilizado para cultivar *Lactococcus lactis* e incubados a 30 °C; también los virus fueron conservados en el medio M17G con 20% de glicerol (Garbut *et al.*, 1997) y el mismo medio M17 fue utilizado por Maija-Liisa *et al.* (1986), pero suplementado con Ca<sup>2+</sup>, MnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O (10 mM) y omisión de citrato de calcio y carboximetil celulosa. El proceso de aislamiento usado fue suero de leche como inóculo de partículas virales (centrifugado a 3000 x g durante 20 min y posterior filtrado —0.45 µm de diámetro de poro—). Todo este proceso se hizo a 20 °C y las cepas fueron conservadas a -20 °C en medio agar y 4 °C en medio líquido con 40% de glicerol. Por otra parte, Caso *et al.* (1994) cultivaron BAL y sus respectivos bacteriófagos fueron propagados en medio MRS más Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 10 mM y MgSO<sub>4</sub> 10 mM incubados a 37 °C y conservadas con 50% de glicerol a -50 °C. Bacterias como *Streptococcus mutans* y *Bacillus coagulans* crecieron a 37 °C en un medio triptona de soya más 0.7% de extracto de levadura, mientras que *Enterococcus faecalis* y *Lactobacillus paracasei* fueron crecidos a 37 °C en un medio MRS (Sheehan *et al.*, 1999).

La bacteria ruminal *Selenomonas ruminantium* fue crecida en un medio de infusión de cerebro-corazón (BHI) más 500 g de cisterna mL<sup>-1</sup> y 10 µg de hemin mL<sup>-1</sup> bajo

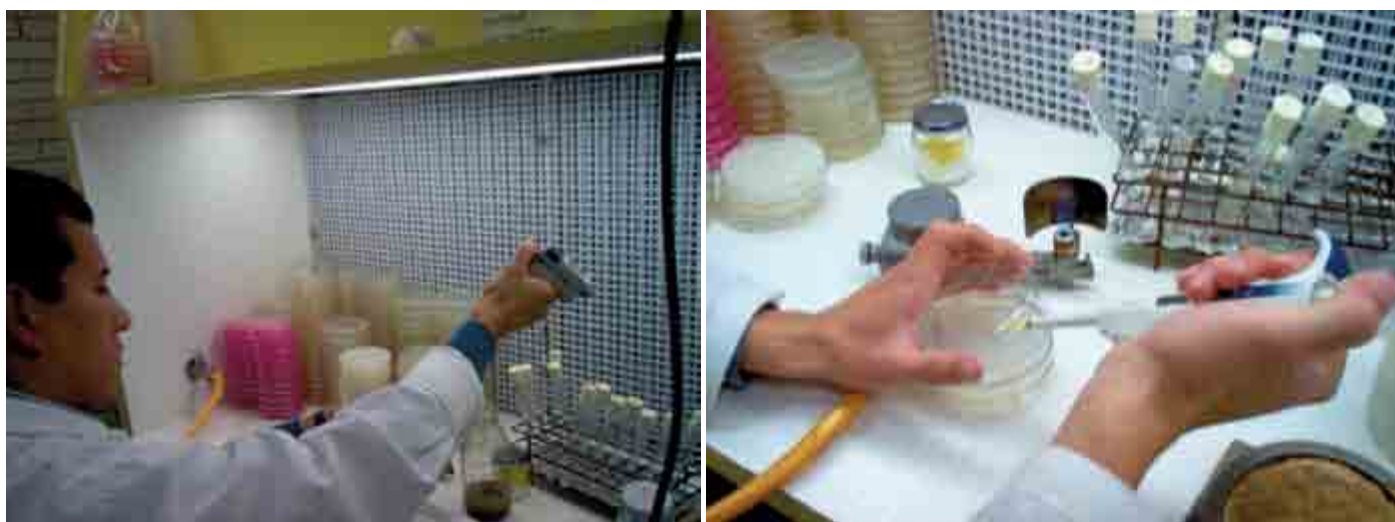


Figura 2. A: Siembra de cultivo puro de bacteria ruminal. B: Técnica de doble placa para determinar la existencia y la actividad lítica de los fagos.



anaerobiosis en cajas de petri y mediante la técnica del tubo rolando de Hungate. La dilución de fagos fue conservada en una solución con  $\text{MgSO}_4$  (10 mM) Tris (-20 mM, pH 7.4) y para la técnica de evaluación se utilizó la doble capa con incubaciones durante toda la noche (Lockington *et al.*, 1988). En la mayoría de las investigaciones donde se ha utilizado la técnica de doble placa para determinar la existencia y actividad lítica de los fagos, se hacen tres diluciones consecutivas en el sembrado de las placas.

Las técnicas para la detección y el fármaco inductor de la fase lítica (Cuadro 1) han registrado diferencias en cuanto a la cantidad de organismos reportados (Auad *et al.*, 1997; Shirley *et al.*, 1998) e indican que las dosis de antibióticos empleadas para la inducción de la lisis oscilan entre 0.05 y  $2 \mu\text{g mL}^{-1}$  de mitomicina C, ya que a mayores concentraciones producen la muerte de la cepa bacteriana (Klieve *et al.*, 1989). De igual forma, Reyrolle *et al.* (1982) reportaron la liberación de

partículas virales en BAL después de que éstas fueron sometidas a una inducción por radiación UV, por mitomicina C ( $1 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) y registrando otras de forma espontánea.

La técnica con mitomicina consiste en que 10 mL de medio de cultivo inoculado con el 2% de la cepa de interés (densidad óptica [DO]=0.05) se incubaba durante 90 min a  $30^\circ\text{C}$  hasta una DO de 0.1; se adiciona mitomicina y es incubado por 3 h a  $30^\circ\text{C}$ . Posteriormente, los tubos se centrifugan a

Cuadro 1. Resultados de la inducción y el aislamiento de bacteriófagos.

BACTERIA	FAGO	CONCENTRACIÓN (UFP $\text{mL}^{-1}$ )	MEDIO DE CULTIVO	CONDICIÓN	ACTIVADOR FASE LÍTICA	PURIFICACIÓN Y MEDIO CONSERVADOR	FUENTE
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	NI	$4 \times 10^5$ a $4.6 \times 10^3$	MRS	6 h a $37$ y $42^\circ\text{C}$	0.05 a $0.6 \mu\text{g mL}^{-1}$ de mitomicina C	Centrifugación ( $1200 \times g$ ) $\times 10$ min a $24^\circ\text{C}$ y el sobrenadante filtrado ( $0.2 \mu\text{m}$ $\emptyset$ poro)	Auad <i>et al.</i> (1997)
<i>Lactococcus lactis</i>	NI	NR (Concentración de partículas virales)	M17+glucosa	NR	$2 \mu\text{g mL}^{-1}$ de eritromicina + $2 \mu\text{g mL}^{-1}$ de mitomicina C		Shirley <i>et al.</i> , (1998)
Bacterias ruminales	NI	NR	A base de líquido ruminal (FR)	Incubados 24 h a $38 \pm 0.05^\circ\text{C}$	$2 \mu\text{g mL}^{-1}$ de mitomicina C	Centrifugado y en 100 $\mu\text{L}$ de una solución salina de Hungate	Klieve <i>et al.</i> (1989)
Bacterias ruminales	NI	NR	A base de glucosa, celobiosa, almidón+FR	Incubados 24 h a $38 \pm 0.05^\circ\text{C}$	$2 \mu\text{g mL}^{-1}$ de mitomicina C	En el mismo medio de cultivo	Ley de Coss y Cobos (2006); datos no publicados
BAL iniciadoras	NI	NR	Suero de leche	Incubados 24 h a $38 \pm 0.05^\circ\text{C}$	$2 \mu\text{g mL}^{-1}$ de mitomicina C	Suero centrifugado y filtrado ( $0.45 \mu\text{m}$ poro).	Maija-Liisa <i>et al.</i> (1986)
<i>Lactobacillus plantarum</i>	$\emptyset\text{LP}_2$ y $\emptyset\text{LP}_1$	NR	Buffer SM con $40 \mu\text{g mL}^{-1}$ de RNAasa	Ultracentrifugación a 35000 rpm durante 2 h	$2.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ de mitomicina C,	El medio fue la sol. conservada a $4^\circ\text{C}$	Caso <i>et al.</i> (1994)
<i>Selenomonas ruminantium</i> (cepa M-7),	NI	NR		Ultracentrifugaron a 35000 rpm durante 16 h	$1 \mu\text{g mL}^{-1}$ de mitomicina C,	medios fueron conservados a $4^\circ\text{C}$	Lockington <i>et al.</i> (1988)
<i>Lactobacillus helveticus</i>	NI	NR	$\text{CaCO}_3$ , buffer maleato y 30 mL de suero.	Centrifugo a $8000 \times g$ durante 30 min y filtración ( $0.45 \mu\text{m}$ ).	$0.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ de mitomicina C	Placas de cultivo MRS- $\text{Ca}^{2+}$ agar y suspendidos en sol de 0.5 M de NaCl.	Séchaud <i>et al.</i> (1992)

NI: NO IDENTIFICADO; NR: NO REPORTADO.

4000 xg durante 10 min y el sobrenadante se filtra (0.45  $\mu\text{m}$  de tamaño de poro).

Caso *et al.* (1994) utilizó una técnica adaptada, a base de mitomicina más ultracentrifugación para concentrar los fagos en un pellet, el cual fue suspendido en solución conservadora, concluyendo que la mayoría de los fagos aislados necesitan la inducción química; aun estando dentro de la misma bacteriana. Teuber y Lembke (1983) reportan que la situación de los bacteriófagos en BAL mesófilas es que un alto porcentaje de estos virus se encuentran en un estado lisogénico y, mediante la inducción por irradiación de UV o mitomicina C, solamente una de cada tres partículas virales son liberadas. Se ha registrado además que solamente de 3.2% a 12.7% del sobrenadante de cultivos tratados con mitomicina inhiben el crecimiento de otras cepas de la misma especie (Caso *et al.*, 1994), lo cual explica la especificidad de los fagos sobre sus hospederos (Aquad *et al.*, 1997). Lapointe *et al.* (1996) reportan que después de 10 horas de infección, la población de *Lactococcus lactis* se redujo de  $1.8 \times 10^9$  a  $3.7 \times 10^3$  UFC mL<sup>-1</sup>, mientras que la cantidad de virus se incrementó de  $10^{10}$  UFP mL<sup>-1</sup> a las 2 horas después de la inoculación y, posteriormente, la población declinó gradualmente y se estabilizó alrededor de  $10^7$  UFP mL<sup>-1</sup>.

Klieve *et al.* (1989) reportan que de 30 cepas de bacterias ruminales aisladas solamente en *Eubacterium ruminantium* (AR2 y AR35), *S. bovis* (AR3), *S. intermedius* (AR36), *Bacteroides rumenicola* sub. *brevis* (AR29, AR30 y AR32) y *Butyrivibrio fibrisolvens* (AR14), se reportó la presencia de partículas virales mediante la inducción con mitomicina C, mientras que AR35 de *Eubacterium ruminantium* produjo fagos sin inducción. Así también, reportan fagos aislados de las bacterias *Ruminococcus flavefaciens* (AR71 y AR72) y de un bacilo con características celulolíticas identificada como *R. flavefaciens* cepa AR66, ambas inducidas con mitomicina C. Un punto importante a recalcar es que existe cierto gusto por nutrientes específicos ya que, de acuerdo con Klieve *et al.* (1989), el bacilo celulolítico AR66 y *S. intermedius* (AR36) solamente produjeron fagos cuando crecieron en medios de cultivo M10 y no cuando lo hicieron en uno con líquido ruminal, mientras que *R. flavefaciens* (AR71 y AR72) produjo fagos cuando creció en medios con líquido ruminal, pero no en M10. Por otra parte, *E. ruminantium* (AR35) produjo mayor concentración de fagos no completos o partículas virales en un medio con líquido ruminal y los tallos fueron completos cuando crecieron en medios M10. Reyrolle *et al.* (1982) reportan que 43% (49 de 113 cepas) fueron lisogénicas inducidas con mitomicina ( $1 \mu\text{m}$  mL<sup>-1</sup>); además de las 113 cepas, 25% de éstas fueron lisadas por lo menos

por algún fago atemperado aislado, lo que significa que existe especificidad, ya que fagos aislados de una cepa no siempre lisan a otra, y el grado de susceptibilidad está dado por el grupo de clasificación y tipo o grupos de bacterias. Existen algunos que tienen un 100% de sensibilidad o por lo menos muy alto (cinco cepas de siete contra 13 fagos), e indican que los fagos espontáneos varían ampliamente entre cepas, ya que sus concentraciones fueron desde 10 UFP en 49% de las cepas evaluadas, hasta concentraciones de  $1 \times 10^6$  UFP mL<sup>-1</sup> en 3.8% de las cepas, lo que representa solamente 2% de los casos. Sin embargo, cuando existe la inducción con mitomicina C, las cantidades son de  $6.8 \times 10^8$  UFP mL<sup>-1</sup>, aunque 25.6% de las cepas producen la inducción espontánea, con un número de hasta  $1 \times 10^6$  UFP mL<sup>-1</sup>.

### Tipos de bacteriófagos

Muchos fagos han sido aislados en BAL y, en su mayoría, corresponden a la familia Siphoviridae (tipo B), la cual se caracteriza por la existencia de fagos virulentos y DNA bicatenario de alrededor de  $35 \pm 3.0$  kpb sin extremos cohesivos (Caso *et al.*, 1994; Saturio y Klaenhammer, 2002). Klieve *et al.* (1989) reportaron fagos B con dimensiones de cabezas de 55 a 60 nm, tallos de 150 a 160 nm de longitud con 60 nm de diámetro o 110 nm de longitud y 10 a 12 nm de diámetro, con collar y placa basal, mientras en *S. bovis* se han encontrado fagos tipo B, aunque las partículas víricas no se encontraron intactas. Maija-Liisa *et al.* (1986) reportaron 10 tipos de fagos B en las cepas *S. cremoris*, *S. lactis* Subs. *diacetylactis* y *Leuconostoc cremoris*; dentro de este grupo de virus aislados, lo único que se diferenciaba era el tamaño y la presencia o ausencia del collar, placa basal y la presencia o ausencia de fibras en la cola. Estas características fundamentan que hay subdivisiones de fagos dentro de un mismo grupo. Durante un periodo largo de aislamiento de diferentes muestras de suero, 80% pertenece al grupo B, el cual se subdivide en B2 y B3 dentro de la clasificación de Ackermann y Eisenstark (1974), citado por Maija-Liisa *et al.* (1986).

En *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *lactis* se reporta un fago tipo A (de tallo contráctil y cabeza poliédrica) atemperado. El fago aislado ( $3.0 \times 10^6$  UFP mL<sup>-1</sup>) tuvo la capacidad de infectar también a las subespecies *bulgaricus* spp. (Aquad *et al.*, 1997); también uno del tipo A fue aislado en *S. ruminantium* (Lockington *et al.*, 1988). En tanto, Séchaud *et al.* (1992) reportaron que los fagos de *Lactobacillus helveticus* tienen una cabeza isométrica (50 nm de diámetro) con cola rígida y envoltura contráctil, perteneciente al tipo A (taxonómica Bradley's) o a la familia Myoviridae (del comité internacional de taxonomía de virus); en general, 100% de los fagos

pertenecen al tipo A, dentro de dos grupos morfológicos de tallo corto y tallo largo.

### Otros métodos de aislamiento de bacteriófagos

Klieve *et al.* (1989) registran trabajos con electroforesis en geles de campo pulsante y densitometría láser para determinar el número de fagos mediante la comparación de parámetros en las bandas de ADN. Con esta técnica reportaron diferentes concentraciones de fagos entre animales alimentados en los mismos corrales, que recibieron el mismo alimento, resultando cantidades de ADN viral de 0.69, 3.87, 2.00 y 1.98  $\mu\text{g mL}^{-1}$  de líquido ruminal en los días 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Otra técnica adicional reportada para el aislamiento de fagos es el uso de naranja de acridina y la exposición a luz UV (UV-C 190-290 nm), la cual es absorbida por los ácidos nucleicos, inactivando los virus. Carminati *et al.* (1997) evaluaron pruebas de microfiltración con tamaño de poro de 0.025  $\mu\text{m}$ , así como pruebas de ultracentrifugación a 100,000 x g durante 20 min a 4 °C, evaluando con la técnica de doble placa.

## CONCLUSIONES

Se han identificado partículas virales en los trabajos de aislamiento e identificación de fagos en la industria ganadera, tanto de productos lácteos como de bacterias ruminales; por tanto, es indispensable evaluar el potencial de estos microorganismos para controlar o inhibir el crecimiento de bacterias dañinas en la producción. Tal es el caso de *S. bovis* en las engordas de rumiantes; sin embargo, en la industria lechera se busca un efecto contrario, es decir, evitar el daño de estos virus bacteriófagos a las BAL. Diferentes medios y condiciones de cultivo han permitido obtener cantidades y tipos distintos de fagos; por ello, es necesario seguir con el estudio de estos microorganismos para que puedan usarse como herramienta en la mejora de sistemas intensivos de producción con rumiantes.

## LITERATURA CITADA

- Auad L., de Ruiz-Holgado A.A.P., Forsman P., Alatosava T., Raya R.R. 1997. Isolation and Characterization of a New *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* Temperate Bacteriophage. *J. Dairy Sci.* 80:2706-2712.
- Brussow H., Fremont M., Bruttin A., Sidoti J., Constable A., Fryder V. 1994. Detection and Classification of *Streptococcus thermophilus* Bacteriophages Isolated from Industrial Milk Fermentation. *Appl. Environ. Microbiol.* 60:4537-4543.
- Bruttin A., Desiere F., d'Amico N., Guerin J.P., Sidoti J., Huni D., Lucchini S., Brussow H. 1997. Molecular ecology of *Streptococcus thermophilus* bacteriophage infection in a cheese factory. *Appl. Environ. Microbiol.* 63:3144-3150.
- Carminati D., Mazzucotelli L., Giraffa G., Neviani E. 1997. Incidence of Inducible Bacteriophage in *Lactobacillus helveticus* Strain Isolated from Natural Whey Starter Cultures. *J. Dairy Sci.* 80:1505-1511.
- Caso J.L., de los Reyes-Gavilán C.G., Herrero M., Montilla A., Rodríguez A., Suarez, J.E. 1994. Isolation and Characterization of Temperate and Virulent Bacteriophage of *Lactobacillus plantarum*. *J. Dairy Sci.* 78:741-750.
- Cotta M.A., Whitehead T.R. 1993. Regulation and Cloning of the Gene Encoding Amylase Activity of the Ruminal Bacterium *Streptococcus bovis*. *Appl. Environ. Microbiol.* 59:189-196.
- Favrin S.J., Jassim S.A., Griffiths M. 2001. Development and Optimization of a Novel Immunomagnetic Separation Bacteriophage Assay for Detection of *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis in Broth. *Appl. Environ. Microbiol.* 67:217-224.
- Firkins J.L., Weiss W.P., Piwonka E.J. 1992. Quantification of intraruminal recycling of microbial nitrogen using nitrogen. *J. Anim. Sci.* 70:3223.
- Garbutt K.C., Kraus J., Geller B.L. 1997. Bacteriophage Resistance in *Lactococcus lactis* Engineered by Replacement of a Gene for a Bacteriophage Receptor. *J. Dairy Sci.* 80:1512-1519.
- Joklik W.K. 1997. Naturaleza, aislamiento y cuantificación de virus animales. In: Joklik, W. K., Willet, H. P., Amos, D. B., y Wilfert, C. M. (Eds).



Figuras 3. Cultivo en técnica de tubo rolado e inducción de la fase lítica en bacterias ruminales con antibióticos alcaloidales azirídnicos aislados de *Streptomyces caespitosus* (mitomicina C).

- Microbiología de Zinsser. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. Pp. 997-1042.
- Kadary D.R., Shaffer J.J., Lott S.E., Wolf T.A., Bolton C.E., Gallimore W.H., Martin E.L., Nickerson K.W., Kokjohn T.A. 2000. Influence of Infected Cell Growth State on Bacteriophage Reactivation Levels. *Appl. Environ. Microbiol.* 66:5206-5212.
- Klieve A.V., Swain R.A. 1993. Estimation of Ruminant Bacteriophage Numbers by Pulsed Field Gel Electrophoresis and Laser Densitometry. *Appl. Environ. Microbiol.* 59:2299-2303.
- Klieve A.V., Hudman J.F., Bauchop T. 1989. Inducible Bacteriophages from Ruminant Bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 55:1630-1634.
- Lapointe M., Champagne C.P., Vuilleumard J.C., Lacroix C. 1996. Effect of Dilution Rate on Bacteriophage Development in an Immobilized Cell System Used for Continuous Inoculation of Lactococci in Milk. *J. Dairy Sci.* 79:767-774.
- Lockington R. A., Attwood G.T., Brooker J.D. 1988. Isolation and Characterization of a Temperate Bacteriophage from the Ruminant Anaerobe *Selenomonas ruminantium*. *Appl. Environ. Microbiol.* 54:1575-1580.
- Madigan M.T., Martinko J.M., Parker J. 2003. *Nutrición y metabolismo*. In Brock, *Biología de los microorganismos*. 10a Edición. Ed. Pearson, Prentice Hall, España. pp. 109-148.
- Maija-Liisa, Nurmiäho-Liisa, S.E., Meriläinen V.T., Forsen R.I. 1986. Ultrastructure and Host Specificity of Bacteriophage of *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus lactis* subsp. *Diacetylactis*, and *Leuconostoc cremoris* from Finnish Fermented Milk "Viili". *Appl. Environ. Microbiol.* 52:771-777.
- Moineau S., Bernier D., Jobin M., Hébert J., Klaenhammer T.R., Pandian S. 1996. Production of Monoclonal Antibodies against the Major Capsid Protein of the *Lactococcus* Bacteriophage  $\lambda$ 36 and Development of an Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for Direct Phage Detection in Whey and Milk. *Appl. Environ. Microbiol.* 59:2034-2040.
- Reyrolle J., Chopin M.C., Letellier F., Novel G. 1982. Lysogenic Strains of Lactic Acid Streptococci and Lytic Spectra of Their Temperate Bacteriophages. *Appl. Environ. Microbiol.* 43:349-356.
- Séchaud L., Cluzel P.J., Rousseau M., Baumgartner A., Accolas J.P. 1988. Bacteriophages of lactobacilli. *Biochimie.* 70:401-410.
- Séchaud L., Rousseau M., Fayard B., Callegari M.L., Quénee P., Accolas J.P. 1992. Comparative Study of 35 Bacteriophages of *Lactobacillus helveticus*: Morphology and Host Range. *Appl. Environ. Microbiol.* 58:1011-1018.
- Sheehan M.M., Stanley E., Fitzgerald G.F., van Sinderen D. 1999. Identification and Characterization of a Lysis Module Present in a Large Proportion of Bacteriophage Infecting *Streptococcus thermophilus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 65:569-577.
- Shirley A.W., Dombroski C.S., Klaenhammer T.R. 1998. Common Elements Regulating Gene Expression in Temperate and Lytic Bacteriophages of *Lactococcus* Species. *Appl. Environ. Microbiol.* 64:1147-1152.
- Sturino J.M., Klaenhammer, T.R. 2002. Expression of Antisense RNA Targeted against *Streptococcus thermophilus* Bacteriophages. *Appl. Environ. Microbiol.* 68:588-596.
- Swain R.A., Nolan J.V., Klieve A. 1996. Natural Variability and Diurnal Fluctuations within the Bacteriophage Population of the Rumen. *Appl. Environ. Microbiol.* 62:994-997.
- Teuber M., Lembke J. 1983. The bacteriophage of lactic acid bacteria with emphasis on genetic aspect of group N lactic streptococci. *Antonie van Leeuwenhoek.* 49:283-295.
- Vasala A., Valkkila M., Caldentey J., Alatossava T. 1995. Genetic and biochemical characterization of the *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Lactis* bacteriophage LL-H lysin. *Appl. Environ. Microbiol.* 61:4004-4011.





# LA CRIANZA DEL GUAJOLOTE

(*Meleagris gallopavo*)

## EN COMUNIDADES INDÍGENAS DE LA REGIÓN CENTRO DE MÉXICO

**A. Estrada-Mora<sup>1</sup>, J. L. Alcántara-Carbajal<sup>1</sup>, J. Cadena-Iñiguez<sup>2,4</sup>, L. A. Tarango-Arámbula<sup>2,4</sup>, O. Segura-León<sup>1</sup>, P. Escalante-Pliego<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, CP. 56230. <sup>2</sup>Campus San Luis Potosí, Colegio de Postgraduados, Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, CP. 78620, México. <sup>3</sup>Laboratorio de Genética de la Conservación y Colección Nacional de Aves. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, 04510 Ciudad de México, D.F. <sup>4</sup>LPI 13: Comunidades Rurales Agrarias, Ejidos y Conocimiento Local.

**Autor responsable:** [jocadena@colpos.mx](mailto:jocadena@colpos.mx)

### RESUMEN

**E**l guajolote (*Meleagris gallopavo*) ocupa en muchas comunidades indígenas un lugar relevante al ser México su centro de origen y domesticación, y representa un mecanismo de ahorro, distinción social y fuente de proteína. El documento presenta el conocimiento acerca de la crianza de esta especie en comunidades indígenas mazateca, nahuas, totonaca y popoluca del estado de Puebla, con especial énfasis en alimentación, confinamiento y usos. Existen coincidencias de acuerdo al análisis de correspondencia (Valores de Chi-cuadrada > 0.05); diferencias en cuanto al tipo de enfermedad que afectan la supervivencia de los guajolotes; su crianza es exclusivamente doméstica, que permite conservar poblaciones con atributos reproductivo relevantes, resistencia a enfermedades y variabilidad por libre cruzamiento entre parvadas. Existe una relación de distinción social para las personas que crían guajolote. Se identificaron distintas fuentes de alimento, porcentajes de confinamiento y destino de uso de las aves.

**Palabras clave:** Cócono, Pavo, cría, pavitos.

## INTRODUCCIÓN

Las comunidades indígenas de México se ubican en áreas con muy alta diversidad biológica, entre las que se incluyen especies y razas domesticadas relevantes (Boege, 2007). El conocimiento que tienen estos grupos humanos de su entorno y del manejo de plantas y animales, impacta en la conservación de la diversidad genética *in situ* (ONU-FAO, 1996). El guajolote o pavo doméstico (*Meleagris gallopavo*) tiene su centro de origen en México a la llegada de los españoles era una especie de uso común para las culturas existentes, por lo que se asume que el conocimiento sobre su crianza, alimentación, sanidad, confinamiento y reproducción es ancestral (Cruces, 2006).

Los atributos del guajolote de crianza tradicional han sido poco estudiados (NRC, 1991); Speller *et al.* (2009) enfatizan que para entender y clarificar el origen de los actuales pavos domésticos se tendría que estudiar a los guajolotes nativos y, si bien este autor se refiere a la necesidad de profundizar en el estudio de las aves por sí mismas, éstas se encuentran bajo el cuidado y manejo de quien los cría, que son las comunidades indígenas. Muy probablemente, el aislamiento de estos grupos de la sociedad urbana ha sido un factor preponderante para la conservación de las características biológicas de estos animales. Las comunidades indígenas del estado de Puebla, México y, específicamente, los pueblos originarios totonacos, nahuas, popoluca y mazatecos, son protagonistas en acciones de conservación de los guajolotes domésticos con una relación más cercana a su ancestro silvestre.

- *M. g. silvestris* (Eastern)
- *M. g. osceola* (Florida)
- *M. g. intermedia* (Río Grande)
- *M. g. merriami* (Merriam's)
- *M. g. mexicana* (Gould's)
- *M. g. gallopavo* (S. Mexican)

## Historia

Evidencias arqueo-zoológicas indican que el principal proceso de domesticación sucedió en Mesoamérica durante el periodo Preclásico (2800-3000 a.C.) (Valadéz y Arrellín, 2000). Hace 2500 años ya era común la presencia del guajolote en las aldeas del centro de México; al inicio del periodo Clásico (100-800 d. C.) ya había llegado al valle de Tehuacán, y para final del Posclásico (900-1521 d.C.) ya habitaba todo el territorio mesoamericano como un recurso de abasto de carne y materia prima (plumas y huesos) (Valadéz, 1999). Corona (2008) menciona el uso de aves como recurso curativo en el México antiguo y, específicamente, se refiere al guajolote como anti-afrodisiaco y (junto con las gallinas) para el flujo de saliva, calor excesivo, epilepsia, artritis y parto; también se le utilizó en ceremonias religiosas y, desde luego, formó parte de la dieta, a la par del perro, venado, peces marinos y ajolote. La carne de guajolote era consumida en ocasiones por todo el pueblo y otras veces sólo por la élite y, de acuerdo con Valadéz *et al.* (2001), la crianza actual proviene de esa época.

El *M. gallopavo* está dividido en seis subespecies: *M. g. silvestris*, *M. g. merriami*, *M. g. intermedia*, *M. g. osceola*, *M. g. gallopavo* y *M. g. mexicana*, las cuales han sido nombradas y definidas según su distribución geográfica, características físicas y ecológicas (Figura 1).

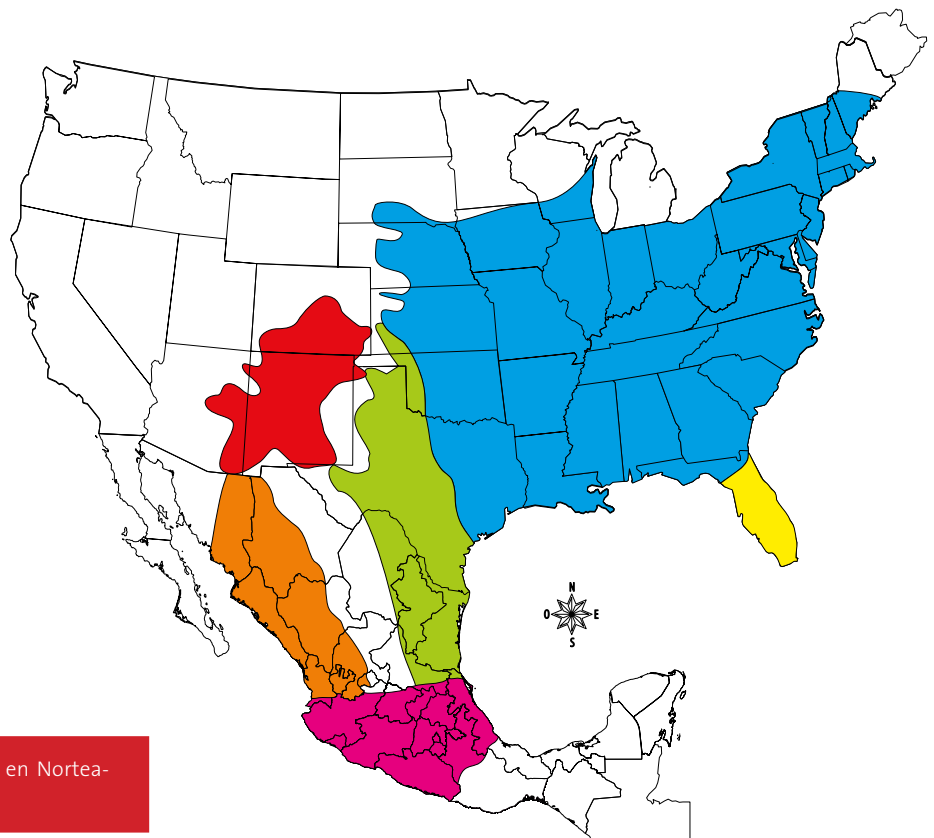


Figura 1. Distribución geográfica del pavo silvestre en Norteamérica (Schorger, 1966).

Sólo tres de esas subespecies (*M. g. intermedia*, *M. g. mexicana* y *M.g. gallopavo*) se distribuyen en México; sin embargo, la subespecie nominal *M. gallopavo gallopavo*, que se asume como el ancestro directo del actual guajolote doméstico, parece estar extinto en su área de distribución (Michoacán a Guerrero y Oaxaca, parte de la Meseta Central y Veracruz) (Leopold, 1977). Speller (2009) sugiere que, a pesar de su desaparición en vida libre, el pavo “mesoamericano” sobrevive hasta nuestros días como doméstico.

**El guajolote en las comunidades indígenas de México**

La distribución histórica del *Meleagris gallopavo gallopavo* en Norte América y, específicamente en México, abarcó los territorios que en la actualidad corresponden a los estados de Jalisco, Michoacán, Colima, Guerrero, Estado de México, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala, Guanajuato, Puebla, Veracruz, y el norte del estado de Oaxaca (Schorger, 1966). En dichas entidades han existido poblaciones indígenas ancestrales,



Figura 2. Representación artística mesoamericana del guajolote.

como mixtecos, nahuas, otomíes, popolucas, tepehuas, totonacas, nahuas, mazahuas, tlahuicas, matlatzincas, pames, chichimecas, huicholes, purépechas, amuzgos, tlapanecos, chochos, cuicatecos, triquis, tacuates y mazatecos (CDI, 2012). Si bien todos estos grupos seguramente tuvieron alguna interacción con esta ave de forma temprana, ya sea en su estado silvestre o doméstico en diferentes etapas de su historia, como lo reportan Carballo *et al.* (2011) y Novella (1996), para los grupos pertenecientes al estado de Tlaxcala y las poblaciones indígenas del estado de Michoacán, respectivamente, las evidencias más antiguas de guajolotes domésticos corresponden al Preclásico en la Cuenca de México (Valadez y Arrellín, 2000b) (Figura 2).

Los mayas adquirieron al *Meleagris g. gallopavo* como parte de las redes de intercambio que mantuvieron con aquellas del centro de México (Thornton *et al.*, 2012); al respecto, Pohl y Feldman (1982) mencionan el uso de guajolotes en rituales, el comercio y el tributo en las tierras bajas de la economía Maya, resaltando el papel de las mujeres en los mecanismos de cría y aprovechamiento de estos y otros animales, con evidencias arqueológicas que datan de la prehistoria y del Clásico, Clásico Tardío y Postclásico (Figura 3).

Actualmente, en las comunidades indígenas de México los guajolotes siguen teniendo un papel muy importante; por



Figura 3. A: Guajolote autóctono (*Meleagris g. gallopavo*) macho. B: Guajolotes hembra y macho de la comunidad indígena de Kapola. C: Guajolote autóctono macho de la comunidad indígena de Los Reyes Metzontla. Foto: Alejandro Estrada Mora.

ejemplo, Neurath (2003) menciona que para los wixárikas la cría de guajolotes es importante tanto para la economía familiar como para el uso de plumas en determinada vestimenta para festividades. Canul *et al.* (2011) afirman que para las mujeres mayas la cría de pavos en condiciones de traspatio representa el 86% de ingreso adicional. Antonio *et al.* (2011) reportan la importancia de la avicultura campesina en la región Mixe del estado de Oaxaca, y resaltan la importancia de presencia de guajolote doméstico como la segunda especie después de las gallinas en las unidades de producción familiar.

Existen investigaciones acerca de la avicultura indígena mexicana, como el trabajo de Camacho *et al.* (2011), quienes estudiaron en grupos de mixes, zapotecos, chinantecos, chatinos, mixtecos y nahuas, los mecanismos de crianza, cuidados, alimentación, reproducción, y sanidad de aves domésticas, principalmente de guajolotes y gallinas (Figura 4).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en cinco comunidades indígenas del estado de Puebla: Zongozotla (totonacos), Los Reyes Metzontla (popolocas), Buena Vista (mazatecos), Kapola y Tlacotepec de Porfirio Díaz (nahuas) (Figura 5). El municipio de Zongozotla se localiza en la parte norte del estado de Puebla (19° 56' 00" N y 97° 38' 54" O) a una altitud de 2,300 m. Clima templado húmedo con lluvias todo el año en la región meridional y semicálido subhúmedo en la región sudoriental y septentrional; vegetación de bosque mesófilo de montaña y asociaciones de bosques de pino, encino en la zona central y sur (INAFED, 2010). Los Reyes Metzontla se localiza en Zapotitlán Salinas en la parte sureste del estado de Puebla (18° 07' 18" N y 97° 19' 24" O). El clima es semicálido con lluvias en verano y escasas a lo largo del año con vegetación de matorral crasicaule, generalmente asociado

con cardonales y, ocasionalmente, con vegetación secundaria arbustiva (INAFED, 2010).

Buenavista de Cuauhtémoc y Tlacotepec de Porfirio Díaz pertenecen al municipio de San Sebastián Tlacotepec se localizan en la parte sureste del estado de Puebla (18° 14' 12" N y 96° 43' 00" N). Presenta gran variedad climática desde climas templados en las partes altas de la Sierra Madre Oriental a los climas tropicales de la planicie costera. La vegetación es tropical al norte y templada al sur. La comunidad indígena de Kapola en la región Nororiental del estado de Puebla, está a 420 m de altitud (20° 04' 14" N y 97° 30' 27" O) en Cuetzalan del Progreso, y forma parte de la zona ecológica tropical húmeda en la Sierra Madre Oriental; el ecosistema predominante es selva alta perennifolia y selva mediana subperennifolia.

### Muestreo

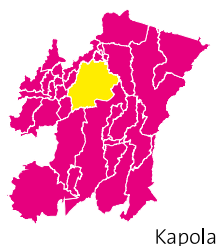
En cada localidad se seleccionaron traspacios mediante un muestreo



Figura 4. A: Guajolotes autóctonos de la comunidad indígena de Zongozotla. B: Guajolote silvestre (*M. g. mexicana*) hembra de Sierra Fría, Aguascalientes. C: Pavo bronceado gigante (Fuente: UNED, 2010) Foto: Alejandro Estrada Mora.

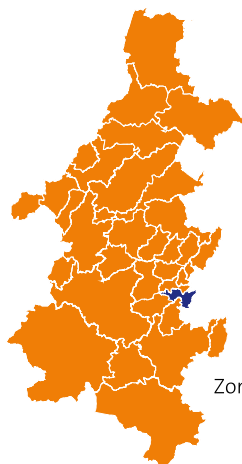


PUEBLA Región II Sierra Nororiental



Kapola

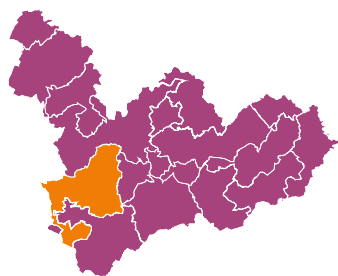
PUEBLA Región I Sierra Norte



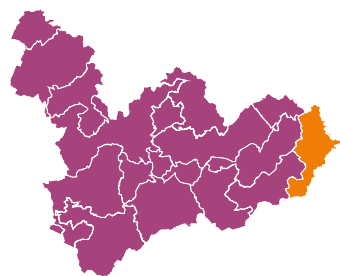
Zongozotla



PUEBLA Región VII Tehuacán y Sierra Negra



Metzontla



Buenavista Tlacotepec

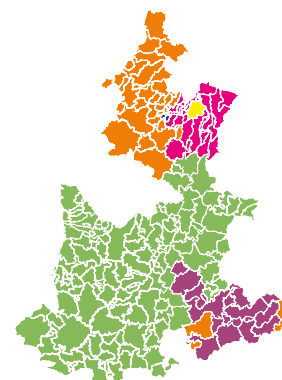


Figura 5. Localización de los sitios de muestreo (Fuente: INAFED, 2010)

de tipo juzgado *in situ* (Trejo y Morales, 2009). Se utilizó como objeto de análisis la información obtenida de los criadores del guajolote autóctono mediante una encuesta, aplicando como instrumento un cuestionario al jefe o jefa de familia de los traspatios seleccionados. En total se aplicaron 61 cuestionarios de los cuales 11 fueron en Zongozotla, 13 en Kapola, nueve en Buenavista, ocho en Tlacotepec y 20 en Los Reyes Metzontla. Los aspectos a conocer y de los que se derivan las variables a evaluar fueron alimentación, confinamiento, reproducción, sanidad y uso.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados correspondientes al conocimiento en la alimentación de

especímenes adultos de guajolote, revelan la importancia del maíz como dieta principal (entre 95% y 100% en las respuestas de los encuestados), como sucede en varias regiones del país de acuerdo con distintos autores (Camacho *et al.*, 2011) (Canul *et al.*, 2011) (Villamar y Guzmán, 2007) (Cuadro 1, Figura 6). El uso de alimento comercial como parte de la alimentación de guajolotes adultos obtuvo 2.5% de respuesta en los criadores de la comunidad de Kapola; sin embargo, en la alimentación de los pavitos el alimento comercial balanceado representa un porcentaje mayor en las respuestas de los criadores, con 85% para Metzontla, 72.5% para Kapola, 71% para Zongozotla, y 25% en Tlacotepec. El uso de hierbas (particularmente quelite: *Amaranthus spp*) en

la alimentación de esta etapa de las aves fue notorio en la comunidad de Buena Vista, con 55%, lo cual deja al nixtamal y al arroz como los insumos menos reportados, ya que oscilaron entre 10% y 25% en las comunidades de Zongozotla, Kapola y Buena Vista (Figura 6).

Como se observa, la dieta de los guajolotes autóctonos es a base de los insumos disponibles en los traspatios, salvo la etapa más vulnerable de los pavitos (del nacimiento a los tres meses de edad), en la que reciben alimento balanceado comercial, que coincide con lo reportado por López *et al.* (2008) para el caso de Michoacán en unidades de producción medianamente tecnificadas y de producción, considerada tradicional en la cría del

Cuadro 1. Manejo del guajolote: alimentación, confinamiento y reproducción en cinco comunidades indígenas.

Grupo étnico →	Popolocas	Totonacos	Nahuas		Mazatecos
Localidad →	Metzontla	Zongozotla	Kapola	Tlacotepec	B. Vista
<b>Alimentación</b>					
Adultos					
Maíz	100	100	92.3	100	100
Tortilla	25	30.7	5	20	0
Hierba	40	84.6	15.3	0	22.2
Balanceado	15	15.3	7.6	0	0
Nixtamal	10	0	7.6	0	0
Desperdicio	5	7.6	0	0	0
Pavitos					
Masa	30	69.2	46.1	50	55.5
Balanceado	95	53.8	76.9	50	11.1
Arroz	0	23	0	0	0
Hierba	15	30.7	0	0	55.5
Nixtamal	30	0	15.3	10	11.1
No cría	0	0	0	20	22.2
<b>Confinamiento</b>					
Confina	100	76.9	61.5	80	100
Permanente	100	50	12.5	50	44.4
Por la noche	0	50	87.5	50	55.5
<b>Reproducción</b>					
Nacen <i>in situ</i>	95	84.6	92.3	90	100
Nacen fuera	5	15.3	7.6	10	0
Pié de cría					
Adquiere ♂	0	7.6	7.6	10	0
Adquiere ♀	0	7.6	7.6	0	11.1
Ninguno	100	84.6	84.6	90	88.8
<b>Postura</b>					
10-14 huevos	100	61.5	84.6	50	77.7
7-10 huevos	0	23	7.6	40	11.1
No produce	0	15.3	7.6	10	11.1



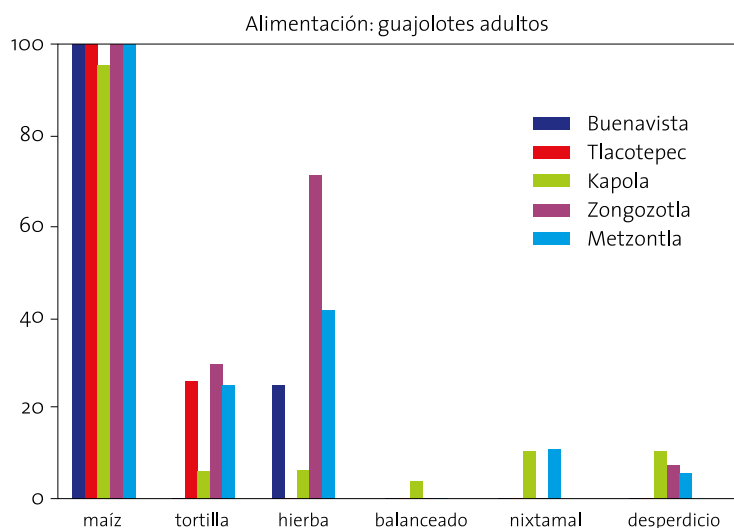


Figura 6. Principales fuentes de alimentación de guajolotes (*Meleagris g. gallopavo*).

guajolote de traspatio. Al parecer, la experiencia indica al criador que bien vale la pena invertir en alimento industrial por un corto periodo, ya que impacta en la supervivencia de los pavitos. Sin embargo, una vez superada esta etapa, los criadores promueven la ingesta de insectos y frutos al dejarlos en libertad, teniendo en la mayor parte de su crecimiento y madurez una alimentación con insumos no procesados. Camacho *et al.* (2008) se refieren a este manejo como “pastoreo”, una práctica común en los sistemas de producción de traspatio de las costas de Oaxaca (Cuadro 1).

En las comunidades indígenas visitadas, los criadores sí confinan a sus guajolotes, al menos en Metzontla, Buena Vista, Zongozotla y Tlacotepec, en contraste, los criadores de Kapola aplican el confinamiento de las aves en un menor grado y coincide con el periodo de maduración de los plantíos de maíz en el caso de Metzontla, y es por este motivo que los guajolotes permanecen confinados mayor tiempo. El encierro nocturno es practicado en todas las comunidades encuestadas. Es relevante anotar

que los porcentajes de confinamiento en el guajolote autóctono distan radicalmente de lo aplicado en explotaciones comerciales, lo cual propicia un comportamiento semejante, por momentos a sus ancestros silvestres. Camacho *et al.* (2008) mencionan que en la costa de Oaxaca los criadores llevan a cabo este manejo y, para el caso de Veracruz, Aquino *et al.* (2003) concluyen igualmente un alto porcentaje del uso de este manejo tradicional en la cría del guajolote criollo. Esta práctica trae beneficios en la condición física de las aves, lo cual les permite buscar alimento en sus entornos, aparearse con aves vecinas, actuar como un controlador natural de insectos nocivos, y tener un papel más cercano al de su nicho ecológico correspondiente.

Entre las estrategias de apareamiento reportadas, destacan las descritas como “con su misma parvada”, y únicamente 12% de los criadores reportaron intercambio de hembras. Es importante destacar que la reproducción del guajolote se lleva a cabo principalmente con especímenes de las mismas comunidades, lo cual pue-

de tener consecuencias en la endogamia de los animales. La valoración de esta condición es necesaria para implementar una estrategia integral reproductiva, en función de preservar las características relacionadas con la resistencia y la adaptación de estas poblaciones. La variedad en el color del plumaje de los guajolotes a la llegada de los europeos a México fue descrita por Fray Bernardino de Sahagún (1577), como: “los totolli son de diversos colores: blancos, rojos, negros y pardos”.

En la actualidad, dicha variedad se mantiene presente en el color del plumaje de los guajolotes en las comunidades indígenas (Estrada, 2007; Cigarroa *et al.*, 2013) (Cuadro 2), (Figura 7).

El análisis en este rubro permite constatar que existe una gran diversidad de colores y combinaciones en los plumajes de los guajolotes autóctonos en las distintas comunidades estudiadas, y que existe un gusto por la crianza.

En el segmento de sanidad, se registraron enfermedades como “los granos” (viruela aviar), diarreas (salmonelosis, coccidiosis) y calentura (pasteurelisis, influenza) (Cuadro 2), y coincide con lo reportado por Canul (2011) para el centro y sur de Yucatán. El comportamiento de la no prevención mediante vacunas, coincide con lo reportado por López *et al.* (2008) en aquellas unidades de producción tradicionales en el estado de Michoacán. La supervivencia de pavitos que se “logran” o llegan a la edad adulta fue de 80 a 100% (Cuadro 2) por lo tanto, la falta de mecanismos de prevención de enfermedades y de infraestructura para la crianza entre los criadores de autóctono, tiene como resultado una baja supervivencia de los pavipollos. La Figura 8,

Cuadro 2. Reproducción, sanidad y tipo de aprovechamiento del guajolote en cinco comunidades indígenas.

Grupo étnico →	Popolocas	Totonacos	Nahuas		Mazatecos
Localidad →	Metzontla	Zongozotla	Kapola	Tlacotepec	B. Vista
<b>Reproducción</b>					
Preferencias plumaje					
Negro	15	15.38	38.46	10	44.4
Café	20	23	23	20	0
Blanco	10	0	7.69	30	22.2
Gris	5	0	0	10	0
Cualquiera	50	61.5	30.7	30	33.3
Estrategia de apareamiento					
Misma parvada	60	61.5	69.2	70	66.6
Intercambia ♂	25	7.69	15.38	10	11.1
Intercambia ♀	15	15.38	7.69	10	11.1
No reproduce	0	15.38	7.69	10	11.1
<b>Sanidad</b>					
Enfermedades más comunes					
Viruela	70	15.38	53.85	0	22.2
Diarrea	10	23.0	15.38	0	33.3
“Calentura”	0	0	30.7	0	0
No se enferman	20	61.54	0	100	44.4
Vacunación					
Si vacuna	25	30.7	53.8	20	11.1
No vacuna	75	69.2	46.1	80	88.9
Supervivencia de nacidos					
80 al 100%	40	0	0	10	11.1
60 al 80%	50	7.69	23.0	70	44.4
Menor al 60%	10	76.9	69.2	10	33.3
No lo sabe	0	15.38	7.69	10	11.1
<b>Uso</b>					
Autoconsumo	45	61.5	15.38	70	22.2
Venta	0	0	0	0	0
Ambos	55	38.46	84.6	30	77.7



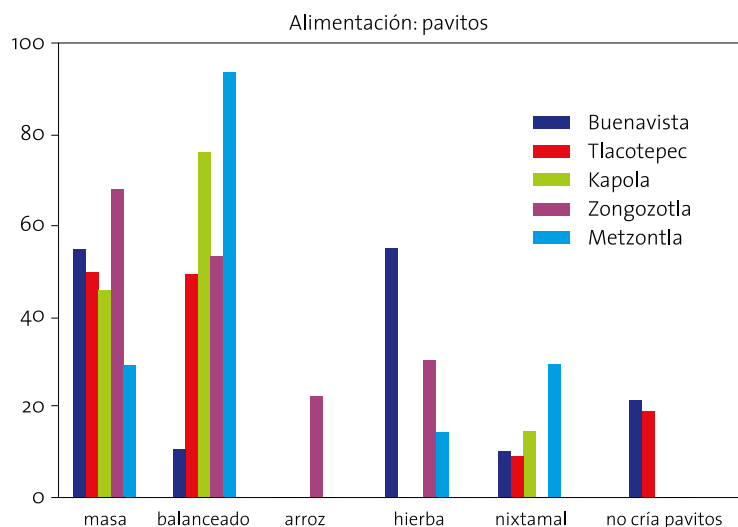
muestra las fuentes de alimentación para “lograr” los pavitos.

**Usos**

El uso que los pobladores del área de estudio dan al guajolote autóctono es tanto para el autoconsumo como para la venta; en ninguno de los casos refirieron que el destino de las aves fuera sólo para el comercio (Cuadro 2). Es relevante anotar que existe poco interés por criar guajolotes exclusivamente como mercancía, es decir, como negocio, condición que contrasta con lo reportado por Antonio *et al.* (2011), que menciona que el principal objetivo de la crianza para el caso de la región mixe en Oaxaca es la comercialización. Se considera que la cosmovisión indígena para el caso de Puebla gravita más en el ámbito de la supervivencia y la distinción de las relaciones sociales.



Figura 7. B: Mujer mazateca, comunidad indígena de Buena Vista. C: Mujer totonaca de la comunidad indígena de Zongozotla. D: Mujer Nahua, comunidad indígena de Kapola, Foto. Alejandro Estrada Mora.



**CONCLUSIONES**

El conocimiento de la cría de guajolote autóctono en alimentación, sanidad, confinamiento y reproducción en las comunidades indígenas totonaca, popoloca, nahua y mazateca, ha preservado poblaciones de estas aves y le ha conferido características de adaptación y resistencia

Figura 8. Fuentes de alimentación para la crianza de los pavitos de *M. gallopavo* en cinco comunidades indígenas de México.

necesarias para ser un recurso avícola importante. El interés por la cría de pavos no es precisamente de carácter zootécnico, es decir, el de obtener el mayor rendimiento y eficiencia en la conversión alimenticia u otros parámetros que evalúa la “explotación animal”. Su interés radica en la cría por economía, además de ser un satisfactor de lo que representa el gusto por la distinción. Esta situación privilegia la convivencia y el intercambio permanente de forma local y todo el proceso, desde la adquisición del pie de cría hasta su destino final, tiene lugar dentro de la mismas comunidades, salvo algunas excepciones de intercambio con poblaciones cercanas, lo que coadyuva a la conservación de una variabilidad sin mezcla con especímenes manipulados genéticamente, que probablemente serían incapaces de adaptarse con éxito a las condiciones rurales.

## LITERATURA CITADA

- Aquino R.E., Arroyo L.A., Torres H.G., Riestra D.D., Gallardo L.F. 2003. El guajolote criollo (*Meleagris gallopavo*) y la ganadería familiar en la zona centro de Veracruz. *Técnica Pecuaria en México* 41: 165-173.
- Antonio J., Orozco S., Ramírez J. 2011. Contribución de la avicultura campesina en la disponibilidad alimentaria de familias indígenas del sureste mexicano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, Vol. 4, No. 1.
- Boege S.E. 2007. Territorios y diversidad biológica: la agrobiodiversidad de los pueblos indígenas de México. Capítulo VII. In: *Biodiversidad y Conocimiento Tradicional en la Sociedad Rural: entre el bien común y la propiedad privada*. Luciano Concheiro Bórquez., Francisco López Bárcenas (Comps.). México, Febrero 2007. Centro de estudios para el desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria. Cámara de diputados, LX legislatura en convenio con la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. pp: 247-308.
- Camacho. E.M.A, Hernandez V., Ramírez. L., Sánchez E.I., Arroyo J. 2008. Characterization of backyard guajolotes (*Meleagris gallopavo*) in tropical zones of Mexico. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 20, Article #50. Retrieved November 19, 2008, from <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd20/4/cama20050.htm>
- Camacho E.M.A., Lezama N.P., Jerez S.M.P., Kollas J., Vázquez D.M.A. 2011. Avicultura indígena mexicana: sabiduría milenaria en extinción. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. pp.375-379
- Canul S.M., Sierra V.A., Durán S.L., Zamora B.R., Ortiz O.J. 2011. Caracterización del sistema de explotación del *Meleagris gallopavo* en el centro y sur de Yucatán, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. pp.288-291
- Carballo D., Barba L., Ortiz A., Blancas J., Toledo Barrera J. 2011. La Laguna, Tlaxcala: ritual y urbanización en el Formativo. In: *Revista Teccalli. Estudios Puebla-Tlaxcala*. Número 1, Volumen 2. Edit. INAH
- CDI. 2012. Atlas de los pueblos indígenas de México. [http://www.cdi.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=200027](http://www.cdi.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=200027)
- Cigarroa V.F., Herrera H.J., Ruiz S.B., Cuca G.J.M., Rojas M.R.I. 2013. Caracterización fenotípica del guajolote autóctono (*Meleagris gallopavo*) y sistema de producción en la región centro norte de Chiapas, México. *Revista Agrociencia*. Volumen 47, número 6.
- Cruces C.R. 2006. Lo que México aportó al mundo. Editorial Lectorum. México.p.257.
- Estrada M.A. 2007. Caracterización fenotípica, manejo y usos del pavo doméstico (*Meleagris gallopavo gallopavo*) en la comunidad indígena de Kapola en la Sierra Nororiental del estado de Puebla, México. Tesis maestría. Colegio de Postgraduados. 104p.
- INAFED (Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). Secretaría de Gobernación. 2010. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Puebla. Consultada 18 Diciembre 2011. [http://www.e-local.gob.mx/wb/ELOCAL/ELOC\\_Enciclopedia](http://www.e-local.gob.mx/wb/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia)
- Leopold A.S. 1977. Fauna Silvestre de México. Segunda edición. Editorial Pax-México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. pp. 304-317.
- López Z.R., Monterrubio R.T.C., Cano C.H.O., Chassin N., Aguilera R.U. 2008. Caracterización de sistemas de producción del guajolote (*Meleagris gallopavo gallopavo*) de traspatio en las regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México. *Técnica Pecuaria en México* 46:303-316.
- Neurath J. 2003. Huicholes. In: *Pueblos Indígenas del México contemporáneo*. CDI-PNUD. p.27.
- Novella R. 1996. La costa de Michoacán, Méjico, en el siglo XVI. *Anales del Museo de América*, 4, pp.25-37
- NRC (National Research Council) 1991. Turkey. *Microlivestock: Little-Known Small Animals with a Promising Economic Future*. Washington, DC: National Academies Press 12: 157-166.
- ONU-FAO. 1996. Declaración de Leipzig. In: *Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura*. Roma, Italia. P.75.
- Pohl M., Feldman L. 1882. The traditional role of women and animals in lowland Maya economy. In: *Maya subsistence. Studies in memory of Dennis E. Puleston*. Edit. Kent V. Flannery. New York: Academic press
- Schorger A.W. 1966. *The Wild Turkey: Its History and Domestication*. University of Oklahoma Press. p.625p.
- Speller C.F., Kemp B.M., Wyatt S.D., Monroe C., Lipe W.D. 2009. Ancient mitochondrial DNA analysis reveals complexity of indigenous North American turkey domestication. *PNAS* early edition. Edited by Kent V. Flannery, University of Michigan. p.6.
- Trejo T.B.I., Morales F.F. 2009. Manual para la elaboración de una encuesta rural. Colegio de Postgraduados. p 95.
- Thornton E.K., Emery K.F., Steadman D.W., Speller C., Matheny R. 2012. Earliest Mexican Turkeys (*Meleagris gallopavo*) in the Maya Region: Implications for Pre-Hispanic Animal Trade and the Timing of Turkey Domestication. *PLoS ONE* 7(8): e42630. doi:10.1371/journal.pone.0042630
- Valadez A.R. 1999. Los animales domésticos. In: *Arqueología Mexicana. Los animales en el México prehispánico*. Volumen VI. Editorial Raíces.
- Valadez A.R., Arrellín R.R. 2000. Historia Antigua de México. Vol. I: El México antiguo, sus áreas culturales, los orígenes y el horizonte Preclásico. Instituto Nacional de Antropología e Historia; Universidad Nacional Autónoma de México; Coordinación de Humanidades. Instituto de Investigaciones Antropológicas. Coordinadores: Manzanilla, L. y López, L. L. pp. 297-334.
- Valadez A.R., García C.R., Rodríguez G.B., Gamboa C.L. 2001. Los guajolotes y la alimentación prehispánica. Una cotidiana excavación de rescate arqueológico nos dice cómo comían los gobernantes de Texcoco. In: *Ciencia y desarrollo*. Editorial Dirección Científica y Tecnológica. CONACYT
- Villamar A. L., Guzmán V.H. 2007. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de guajolote (pavo) en México 2006. In: *Claridades Agropecuarias*. José Luis Gallardo Nieto (Comps). Enero. Apoyos y servicios a la comercialización agropecuaria, órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. pp. 3-37.

Serie: Memoria recobrada



### Haré valla en la calle de victoria

Relatos de Goyo Martínez  
Gregorio Martínez Valdés

El libro Haré Valla en la Calle de Victoria, Relatos de Goyo Martínez, tiene una larga historia. La parte de evocaciones —y

por supuesto invenciones— de la vida de un estudiante excepcional (Gregorio Martínez Valdés) de la Narro se publicó en una edición muy modesta en 1991. No es un anecdotario. El personaje principal será siempre la Narro, y el trasfondo será el eje Buenavista-Saltillo. Cada quién pondrá una cara y una voz a la protagonista saltillense, en particular a Estrella, que aparece aquí y allá, y cada quién pondrá una cara y una voz —y a veces nombres y apellidos—, a los actores incidentales. Será un juego divertido y levemente nostálgico. Sin embargo, los acontecimientos enmarcados en una época determinada (los años cincuenta) no serán exclusivos: habían ocurrido antes o habrán ocurrido después en Buenavista, pero quizás también en Chapingo o Ciudad Juárez.

Ahora se presenta una edición muy cuidada del libro original, adicionando diversos relatos del gran Goyo. Seguramente la disfrutaremos todos los agrónomos de México.

Serie: Memoria recobrada



### Vivir entre dos siglos / La vida de un agrónomo

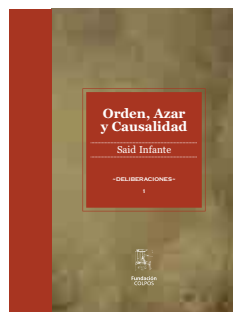
Emilio Alanís Patiño

Don Emilio Alanís Patiño fue un agrónomo emblemático de los mejores valores de la Escuela Nacional de Agricultura en el Siglo

XX. Miembro de la primera generación que terminó sus estudios en la ex-hacienda de Chapingo, habiéndolos iniciado en San Jacinto, Don Emilio fue un precursor en muchos sentidos. Por intermediación del Ing. Juan de Dios Bojórquez (otro agrónomo ilustre) fue, junto a Gilberto Loyo, uno de los dos primeros mexicanos en cursar un postgrado en disciplinas estadísticas; y nada menos que bajo la tutoría de Corrado Gini, seguramente el estadístico más influyente en la década de los años veinte del siglo pasado.

En sus más de 50 años subsecuentes de ejercicio profesional, Alanís Patiño marcó el crédito agrícola, la demografía, las estadísticas agrícolas y, en general, la vida intelectual del país. En esta autobiografía, publicada por primera vez en 1990, el autor establece un paralelismo entre su vida (de ahí el título “Vivir entre dos Siglos”) y el devenir del Siglo XX. Los lectores maduros encontrarán gratas remembranzas, y los jóvenes seguramente aprenderán algo de la historia, ya no tan reciente.

Serie: Deliberaciones



### Orden, azar y causalidad

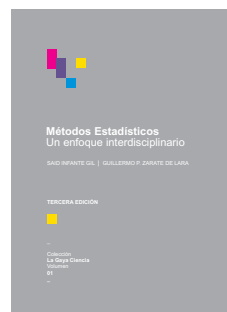
El lenguaje de la ciencia moderna  
Said Infante Gil

En este ensayo se analiza el curso de tres ideas fundamentales en el desarrollo de la ciencia: el orden, la causalidad y el azar.

Partiendo del orden Aristotélico fundado en los cuatro elementos; y pasando por la Revolución Científica que culmina con Newton y el primer paradigma; se analiza la confluencia de la ciencia, el arte y la filosofía.

El relato nos lleva; por la ruta de la física, por los trabajos de Kepler, Ticho Brahe, Copérnico, Galileo, Newton, Planck, Einstein, Bohr, Heisenberg... Por la ruta de la Biología, la atención se centra en los trabajos de Darwin, Mendel y Galton. Se analiza también el papel de la metodología estadística en el predominio actual de la idea de Modelo Probabilístico, enfatizando el papel de Karl Pearson y Ronald Fisher en este cambio de paradigma.

Colección



### Métodos estadísticos

Un enfoque interdisciplinario  
Said Infante Gil

La primera edición de la obra Métodos Estadísticos: un Enfoque Interdisciplinario, vio la luz en enero de 1984, agotándose su

primer tiraje (de 3,000 ejemplares) en menos de seis meses. Desde entonces se ha reimpresso regularmente, en promedio una vez por año, con tirajes de entre 1,000 y 1,500 ejemplares cada vez. Puede decirse que, dentro de la exigua tradición de la literatura científica en México, se ha convertido en un clásico en el que han abrevado ya 29 cohortes de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado de México, Centro y Sudamérica, y del suroeste de los EE UU.

Esta tercera edición, ahora bajo el sello editorial del Colegio de Postgraduados, incluye varias novedades; entre ellas la posibilidad de usar el paquete R (de libre acceso) para trabajar los ejemplos en el texto y los ejercicios al final de cada capítulo. Seguramente este libro seguirá siendo una referencia adecuada para todo estudiante de ciencias experimentales y sociales.



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS Campus San Luis Potosí

## PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS *Innovación en Manejo de Recursos Naturales*

### Objetivo:

Preparar profesionales a nivel postgrado, dentro del ámbito del desarrollo e innovación en el manejo sustentable de recursos naturales para la transformación rural, que se integren dentro de los sectores público y privado y sean coadyuvantes en el desarrollo rural y en el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.

### Ventajas competitivas:

- Académicos egresados de prestigiosas universidades nacionales y del extranjero
- Educación flexible y personalizada
- Centro de investigación con reconocimiento nacional e internacional

Los requisitos de ingreso y formato de admisión pueden ser obtenidos en la página web del Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí:

<http://www.colpos.mx/slp/recnat/Requisitos%20de%20ingreso.htm>

### Fechas límite para recepción de documentos:

- \* 22 de noviembre de 2013, para su ingreso en enero de 2014.
- \* 30 de mayo de 2014, para su ingreso en agosto de 2014.

### Becas:

A través del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACyT.

### Perfil de ingreso:

El aspirante a ingresar al programa deberá tener una formación mínima de licenciatura en ciencias agronómicas, ambientales, biológicas, pecuarias o en otras áreas afines.

- ✓ Nociones sobre el método científico y su aplicación en el desarrollo de investigaciones.
- ✓ Habilidad para trabajar en equipo.
- ✓ Habilidad de expresión escrita y oral.
- ✓ Disponibilidad para trabajo al aire libre y en laboratorio.
- ✓ Compromiso con el entorno rural y el manejo sustentable de los recursos naturales.

### Mayores Informes:

SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN

496-9630240 Ext. 4022

vmanuel@colpos.mx

Colegio de Postgraduados,

Campus San Luis Potosí

Iturbide # 73, Salinas de Hgo., SLP

CP 78600

