



UADY
CAMPUS DE
CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS
"Luz, Ciencia y Verdad"
FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Bioagrociencias

Revista de difusión del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la
Universidad Autónoma de Yucatán



Vol. 4 No. 1 enero - junio de 2011

2011: Año internacional del Médico Veterinario y la
Enseñanza en la Medicina Veterinaria



ISSN - En trámite

Revista de difusión científica y técnica
del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
de la Universidad Autónoma de Yucatán



UADY

CAMPUS DE
CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS
"Libre Ciencia y Verdad"
FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Comité editorial

Editor general:

Virginia Meléndez Ramírez

Coeditor:

Alfonso Aguilar Perera

Editores asociados:

Víctor Cobos Gasca

Luis López Burgos

Silvia Hernández Betancourt

Juan Magaña Monforte

Javier Quezada Euán

Luis Ramírez y Avilés

Juan Javier Ortiz Díaz

Directorio

Mphil. Alfredo Dájer Abimerhi

Rector

M. en C. Marco Torres León

Director

Dr. Jorge Santos Flores

Secretario Académico

M. en C. José Enrique Abreu Sierra

Secretario Administrativo

Dr. Hugo Delfín González

Jefe de la Unidad de Posgrado

Fotos de portada:

Manuel Bolio González

Armado editorial de la publicación:

Andrea Buenfil Santamaría

Bioagrocencias, Año (1, 2, 3 y 4), (julio a diciembre 2008; enero a junio de 2009; julio a diciembre 2009; enero a junio de 2010; julio a diciembre de 2010; enero a junio de 2011), revista electrónica, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Yucatán, a través de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, km. 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil s/n, Mérida, Yucatán, México, tel. 999 942 32 00. <http://www.veterinaria.uady.mx/revistas/index.php>

Editor Responsable, Virginia Meléndez Ramírez, reserva del derecho al uso exclusivo 04-2011-092314190600-102 ISSN: en trámite. Responsable de la última actualización, Carlos Canul Sansores con domicilio en Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia, km. 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil s7N, Mérida, Yucatán, México, tel. 999 942 32 00.

Fecha de última modificación: 30 de junio 2011

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

Queda totalmente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la dirección de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Correo electrónico:

bioagrocenciascoba@uady.mx

- En este número -

Estimados lectores, en este número se presenta una nueva estructura de la revista Bioagrociencias con la finalidad de enriquecer su contenido. Encontrarán varias secciones que en su conjunto incluyen las ciencias biológicas y agropecuarias. Estas secciones abordan temáticas relevantes, o una introducción del tema en casos específicos, y pueden incluir artículos o ensayos, carta al editor, reportes de caso o reseñas. En la sección Tópicos de interés, se abordarán temas o casos de importancia a nivel local, nacional e internacional, y en la última sección "Sabes..." se comentan temas sorprendentes en las ciencias biológicas o agropecuarias. Además, en la sección "próximos eventos" se proporciona información de eventos académicos que se realizarán en el año de la publicación del número de la revista y en el siguiente año.

En este número, la sección **Biodiversidad** incluye información sobre el 2011 como año internacional de los bosques, declarado por la Organización de las Naciones Unidas. Es un mensaje para la sociedad en *pro* de la conservación de los bosques y selvas de todo el mundo. Además, en esta sección se encuentra un ensayo que analiza la evidencia experimental sobre la hipótesis de los dimorfismos florales, la cual postula que estos dimorfismos evolucionan para promover el entrecruzamiento en las plantas con flores. La discusión se basa en los estudios de biología reproductiva e interacciones de flores con orientación y funcionalidad de pistilos particulares.

La siguiente sección, **Medicina Veterinaria**, aborda la celebración de los 250 años de la enseñanza

veterinaria y relata de manera amena la historia de la medicina veterinaria en el mundo, en México y en Yucatán. Además, en esta sección hay un reporte de caso sobre tétanos en un cerdo lactante que explica las características de la enfermedad y detalla un caso que se presentó en la granja porcícola del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán (CCBA-UADY).

En la siguiente sección, **Sistemas de Producción**, se presenta una introducción sobre los sistemas de producción animal abordando el enfoque social, económico, ecológico y etológico de estos sistemas. También, se enfatiza en la importancia de los sistemas agrosilvopastoriles y su contribución a la producción agropecuaria. De la misma manera, la sección **Transferencia de Tecnología** incluye una introducción al tema, en particular en el sector ganadero, y un artículo sobre una técnica sencilla y eficaz para preparar a toros celadores.

La sección **Tópicos de Interés** presenta un ensayo sobre la intoxicación en humanos por consumo de carne de bovino contaminada con clembuterol, reportado en varios estados de México. Además, se presenta un artículo sobre el análisis de la presencia de perros ferales en el CCBA-UADY, en la Reserva Ecológica "Cuxtal", en el municipio de Mérida. Este trabajo documenta el mecanismo de los ataques y la conducta de los perros que agreden a los animales de granjas ocasionando pérdidas y amenazando a la salud pública.

La sección **Sabes...**, aporta la explicación científica de por qué

- En este número -

“las gatas maúllan por las noches”, se destaca que ya existen algunas estrategias para tratar algunos períodos en la vida de las mininas y se exhorta a esterilizarlas para un mejor control de población y salud pública. Finalmente, en la sección **Próximos Eventos** se anuncian algunos de los eventos académicos para 2011 y 2012.

- Índice -

Biodiversidad

2011: año internacional de los bosques 5

Virginia Meléndez Ramírez

Ensayo: Las diferentes formas de las flores: pistilos cambiantes, o de cómo volar entre espejos o ser una especie flexible 6

Miriam M. Ferrer, Edgar M. Balam Cen, Manuel E. Canto Roberto, Loyda A. Castillo Tec, Carlos A. Hernández Martínez, Alexis E. Matos Kan, Yanelly J. May Uc, Leydi Ruby Santiago Uicab, Marbella G. Tuz Canché

Medicina Veterinaria

2011: año Mundial del Médico Veterinario y aniversario de la enseñanza veterinaria18

Luís López Burgos

Carta al editor: 250 años de educación de la medicina veterinaria en el mundo y su relación con México19

Marco A. Torres León

Reporte de caso: Tétanos en un cerdo lactante25

D. Córdova Aldana, N. Molina Ceballos, S. Rosado Cárdenas, L. Salazar Canul, M. J. Álvarez Fleites

Sistemas de producción

Los sistemas de producción animal con enfoque social, económico, ecológico y etológico31

L. López Burgos y L. Ramírez y Avilés

Ensayo: Producción ovina en sistemas agroforestales en el trópico33

Ramírez Avilés L, López Burgos L, Petit Aldana J y Ku Vera JC

- Índice -

Transferencia de Tecnología

Importancia de la transferencia de tecnología al sector ganadero43

Juan G. Magaña Monforte

Artículo: Preparación de toros celadores mediante la resección del ligamento apical dorsal del pene 45

Victor M. González Vizcarra, Eduardo M. Sierra Lira, Jose A. Erales Villamil, Jorge L. Puerto Nájera

Tópicos de Interés

Ensayo: Clenbuterol: su uso en medicina veterinaria y producción animal ..49

Juan Ku Vera

Reporte de caso: Análisis de la presencia de perros ferales sobre la salud ambiental en la reserva ecológica de “Cuxtal”, Mérida, Yucatán, México53

Eduardo M. Sierra Lira, Manuel E. Bolio González, María de Gpe. Altamirano Manzanilla, Edwin A. Cocom Priego, Reynaldo A. Hiuit Cuevas y Jaime de J. Antúnes Chab

Sabes...

¿Por qué las gatas maúllan por las noches?58

Antonio Ortega

Próximos eventos

Eventos académicos60

Virginia Meléndez Ramírez

Cuerpo Académico de Bioecología Animal. Departamento de Zoología, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias - UADY.



El 2011 fue elegido "Año Internacional de los Bosques". El 20 de diciembre de 2006, la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en su resolución 61/193 reconoce que los bosques y el manejo forestal sustentable pueden contribuir significativamente al desarrollo sustentable y la erradicación de la pobreza. La ONU está convencida que los esfuerzos concertados deben dedicarse a crear más conciencia en toda la sociedad para fortalecer la conservación y desarrollo de todo tipo de bosques, en beneficio de las generaciones presentes y futuras. La ONU declaró 2011 como el Año Internacional de los Bosques.

El impulso ha sido generado ya en otros foros internacionales, como los relacionados con el cambio climático y la biodiversidad, para llamar la atención aún más en la conservación de los bosques en todo el mundo. Se está avanzando rápidamente en las cuestiones forestales internacionales. En una edición de la Situación de los Bosques del Mundo de la FAO se centra en una serie de te-

mas críticos para estimular un mayor análisis durante el Año Internacional de los Bosques.

El Año Internacional de los Bosques (*AIB2011*) incluye los cuatro ecosistemas forestales que existen en México: bosques, selvas, zonas áridas y manglares. La sigla *AIB2011* declara la necesidad de ver los ecosistemas forestales desde una perspectiva completa puesto que éstos proporcionan refugio a las personas y hábitat para la biodiversidad. De la misma forma, son una gran fuente de alimentos, productos medicinales y agua, y juegan un rol vital en la estabilidad climática del mundo.

Referencias

- FAO 2011. State of the World's Forests Food. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. 164 pp.
<http://www.bosques2011.mx/portal/index.php>

Las diferentes formas de las flores: pistilos cambiantes, o de cómo volar entre espejos o ser una especie flexible

Miriam M. Ferrer¹, Edgar M. Balam Cen², Manuel E. Canto Roberto³, Loyda A. Castillo Tec³, Carlos A. Hernández Martínez², Alexis E. Matos Kan², Yanelly J. May Uc², Leydi Ruby Santiago Uicab³, Marbella G. Tuz Canché².

¹ Cuerpo Académico de Ecología Tropical, Departamento de Ecología Tropical,

² Licenciatura en Biología, ³ Licenciatura en Agroecología, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias - UADY

Resumen

En este trabajo se analiza la evidencia experimental sobre la hipótesis de los dimorfismos florales que predice que estos evolucionan para promover el entrecruzamiento en las plantas con flores. Se discute esta hipótesis con base en los estudios de biología reproductiva e interacciones en flores con enantiositilia (pistilos con orientación a la derecha e izquierda en diferentes flores) y flexistilia (pistilos que se incurvan condicionando la funcionalidad femenina y masculina). Se propone que una explicación más plausible sobre la evolución de estos dimorfismos es la de disminuir la interferencia sexual entre la función femenina y masculina, y que en algunos casos esto conlleva a un incremento en las tasas de polinización cruzada.

Introducción

Estudiar las estructuras de las flores ha fascinado a muchos botánicos como Lineo, quien usó las estructuras para clasificar a las diferentes especies, y biólogos evolutivos como Ronald Fisher quien sentó las bases matemáticas para el estudio de su evolución (Barrett, 2002). Es inevitable, cuando se habla de la diversidad de las formas florales, mencionar el trabajo de Darwin (1877): "Las diferentes formas de las flores en plantas de la misma especie". Figurarse

el significado de las estructuras de las plantas, a decir de él mismo, fue el trabajo que le dio la mayor satisfacción en su vida científica (Darwin, 1887).

Darwin estudió especies con polimorfismo floral a las plantas de una misma especie que tienen diferentes formas (morfos) de flores. En su libro analizó tres diferentes polimorfismos (Darwin, 1877): 1) la heterostilia, polimorfismo en que la especie presenta dos o tres morfos florales con pistilos (parte femenina de la flor) más, igual o menos altos que los estambres (parte masculina de la flor), 2) la poligamia, polimorfismo en donde las flores se expresan como flores masculinas y femeninas al mismo tiempo (hermafroditas) y, como flor masculina (estaminada) o femenina (pistilida) en la misma planta o en diferentes plantas y 3) la cleistogamia/casmogamia, polimorfismo en que la especie presenta flores que nunca abren sus pétalos y/o flores que abren sus pétalos (cerradas-cleistogamas y abiertas-casmogamas).

La variación en las estructuras florales es importante puesto que las flores son los órganos reproductivos de las angiospermas. Además, estos polimorfismos, junto con otros recientemente descritos, son interpretados como resultado de la selección natural dada por la interacción con los diferentes vectores de po-

linización y/o para prevenir que las especies se auto-fecunden (Barrett, 2010).

Las flores, asombrosas y diversas estructuras, tienen una simple pero necesaria función, asegurar el proceso de reproducción sexual y con esto la transmisión de genes de los progenitores. La formación de una nueva semilla y el establecimiento de una nueva planta, requieren que el proceso de polinización se lleve a cabo de manera eficiente, que dos núcleos del grano de polen fecunden a dos núcleos del óvulo, y que los genes del padre (encontrados en el polen) y los de la madre (encontrados en el óvulo) al combinarse no codifiquen para enfermedades deletéreas (que causan la muerte) o semi-deletéreas (causan un menor desempeño de las plantas en su vida).

En las semi-deletéreas la expresión de enfermedades es más común cuando la fecundación se da entre individuos emparentados que cuando la fecundación se da entre individuos no emparentados, fenómeno conocido como depresión endogámica (Charlesworth y Charlesworth, 1987). La eficiencia de la polinización y la formación de embriones saludables, por lo tanto, disminuye o se previene cuando al moverse polen de otras especies o de individuos emparentados se pierden granos de polen que podrían contribuir en otros casos a la formación de semillas (descuento de polen), o cuando las estructuras femeninas previenen el contacto con estructuras masculinas para el depósito eficiente del polen en los estigmas o para la remoción eficiente del polen de las anteras (interferencia sexual). En especies en las que exista descuento de polen o interferencia sexual se espera que las características que promueven una transferencia de polen de individuos

no emparentados de la misma especie (polinización cruzada) sean favorables para las plantas con flores (Barrett 2002, Barrett 2010).

En esta revisión se presenta una discusión sobre la hipótesis de los polimorfismos florales evolucionan para promover la polinización cruzada en especies que presentan dos polimorfismos no descritos por Darwin en su obra clásica (Darwin, 1877), enantiostilia y flexistilia.

Polinizadores que vuelan entre espejos ¿Caminos a la entrecruza?

La enantiostilia fue descrita por Knuth (1906), aunque el polimorfismo floral se conocía desde 1882 en que Todd describió las “flores espejo” (Jesson y Barrett, 2003). Este polimorfismo consiste en el desarrollo de flores asimétricas con el estilo incurvado en direcciones opuestas; en algunas flores hacia el lado derecho y otras hacia el lado izquierdo (Jesson *et al.*, 2003). Se presenta en al menos once familias de angiospermas (Barrett, 2002; Jesson and Barrett, 2002; Jesson *et al.*, 2003). De acuerdo con estos autores, existen dos categorías de enantiostilia, la monomórfica y la dimórfica. Las poblaciones con enantiostilia monomórfica se componen de individuos con dos tipos de flores, con el estilo a la izquierda y a la derecha en una misma planta (Figura 1). Este polimorfismo se divide, a su vez, en enantiostilia monomórfica recíproca, donde el estilo y la antera se desvían de manera recíproca, y la no recíproca donde sólo el estilo puede ser desviado (Figura 2).

La enantiostilia monomórfica se encuentra en especies de al menos diez familias de angiospermas y de acuerdo

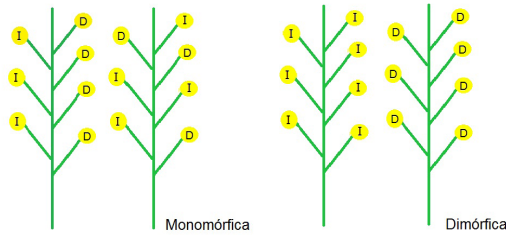


Figura 1. Esquemas de plantas con enantioestilia monomórfica y enantioestilia dimórfica. Los círculos representan flores en un mismo individuo, las letras al interior representan la orientación del pistilo a la izquierda (I) y a la derecha (D), modificado de Barrett (2010).

con Jesson y Barret (2002; 2003) existen por lo menos 25 géneros. Entre las familias y géneros con enantioestilia monomórfica recíproca están: Phyllodraceae (*Phylidrum*), Haemodoraceae (*Dilatris*, *Lachnanthes*, *Haemodorum* y *Schiekia*), Pontederiaceae (*Heteranthera*, *Monochoria*), Tecophilaeaceae (*Cyanella*), Vochysiaceae (*Salvertia*, *Chalistenia*, *Qualea* y *Erisma*), Solanaceae (*Solanum rostratum*), Gesneriaceae (*Saintpaulia* y *Streptocarpus*), Fabaceae (*Senna*, *Cassia*, *Chamaechrista*); y entre las no recíprocas: Gentianaceae (*Exacum*), Gesneriaceae (*Saintpaulia*), Pontederiaceae (*Monochoria*), Commelinaceae (*Coleotrype*, *Porandra* y *Amis-*

chotolype).

En la enantioestilia dimórfica las poblaciones están compuestas por individuos con morfos distintos, las que producen todas las flores con el estilo completamente a la izquierda y las que producen el estilo completamente a la derecha (Figura 2). La enantioestilia dimórfica es menos común y de acuerdo con Barrett (2002) y Jesson y Barret (2003) se han reportado solamente siete especies de tres familias de monocotiledóneas, Haemodoraceae (*Wachendorfia brachyandra*, *W. paniculata*, *W. thyrsofolia* y *Barbaretta auera*), Pontederiaceae (*Heteranthera multiflora*) y Tecophi-

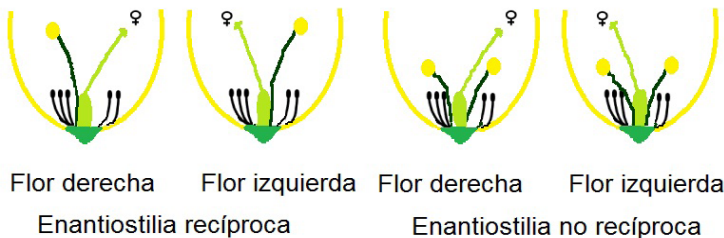


Figura 2. Esquemas de plantas con enantioestilia monomórfica recíproca y no recíproca. Los círculos amarillos representan anteras con polen viable y los óvalos negros anteras con polen de recompensa. Los pistilos se presentan en color verde claro y están señalados con el signo femenino (♀).

laeaceae (*Cyanella alba*), Gesneriaceae (*Saintpaulia ionantha*).

La mayoría de las flores enantioestílicas no presentan néctar, la principal recompensa y atrayente que brindan a los polinizadores es el polen. En algunas especies incluso, se ha observado la presencia de polen secundario en anteras modificadas morfológica y funcionalmente, fenómeno conocido como heteranteria, como recompensa para los polinizadores (Rodríguez y Sanoja, 2008; Vallejo-Marín, Da Silva *et al.*, 2010). Debido a esto, los principales polinizadores de las flores enantioestílicas son abejas de gran tamaño, ya que estas son capaces de desprender el polen de las anteras debido a las vibraciones que emiten al volar (Vallejo-Marín, Da Silva *et al.*, 2010). De hecho, la asociación de la enantioestilia con la heteranteria sugiere que la primera representa un síndrome floral convergente que ha evolucionado a partir de selección mediada por los polinizadores. Estos polinizadores pueden ser diversos, y en estudios realizados sobre la biología de polinización de plantas que presentan enantioestilia, se han reconocido 21 especies de 10 géneros (*Melipona*, *Euglossa*, *Eulaema*, *Epicharis*, *Bombus*, *Centris*, *Trigona*, *Psiclocoma*, *Pseudauogochlora* y *Exomalopsis*) y cuatro familias de abejas y abejorros (*Apidae*, *Anfphophoridae*, *Alictidae* y *Ozaeidae*) que polinizan a este tipo de plantas, mientras que únicamente se observó un díptero que no pudo ser identificado (Carvalho y Oliveira, 2003; Rodríguez y Sanoja, 2008). Estos estudios reflejan la importancia de la polinización por abejas en “flores espejo”.

Para que se produzcan semillas en especies enantioestílicas, los polinizadores deben transferir los granos de polen de

las flores con el pistilo orientado a la derecha a las flores con el pistilo orientado a la izquierda y viceversa. Esto es necesario, ya que el polen se adhiere a uno u otro de los costados del polinizador, dependiendo de la orientación de las anteras y al posarse en una flor con morfología opuesta el polen queda justo enfrente del estigma. En las poblaciones monomórficas la polinización puede ocurrir entre flores del mismo individuo y en estos casos no se puede prevenir la auto-fecundación en especies enantioestílicas, mientras que en las poblaciones dimórficas la polinización cruzada es obligada, puesto que el polen debe ser transferido entre individuos (Jesson y Barrett, 2002; Marazzi y Endress, 2008). Por lo tanto, si la enantioestilia evolucionó para evitar la endogamia y favorecer la polinización cruzada, se debe encontrar una disminución en las visitas de los polinizadores en las flores del mismo individuo, un incremento en las visitas de flores de diferentes individuos y una mayor proporción de especies con enantioestilia dimórfica.

Las evidencias sobre la disminución de visitas de polinizadores del mismo individuo y, por lo tanto, la prevención de la geitonogamia (polinización entre flores de un mismo individuo) provienen de trabajos en donde se evalúan simultáneamente la proporción de flores con pistilos orientados a la derecha e izquierda durante la floración de las especies enantioestílicas (Ornduff y Dulberger, 1978; Rodríguez y Sanoja, 2004; Tang y Huang, 2005; Gao *et al.*, 2006; Rodríguez y Sanoja, 2008) o de trabajos experimentales en que se manipulan estas proporciones de flores (Fenster, 1995, Jesson y Barrett, 2005). El primer tipo de evidencia es la geitonogamia que se previene porque las plantas enantioestílicas presentan proporciones

diferentes de flores con el estilo incurvado a la derecha e izquierda en diferentes tiempos de la fenología floral. El segundo tipo de evidencia demuestra que las tasas de auto-polinización son similares entre plantas que sólo presentan flores con estilos incurvados a la derecha o a la izquierda y aquellas que tienen ambos tipos de flores. Basados en este tipo de evidencias Jesson y Barrett (2002), señalan que la orientación del pistilo propia de la enantioestilia, es una manera de promover la polinización cruzada (recibir más polen de otros individuos y menos del mismo individuo) cuando los polinizadores son abejas, que tienden a visitar muchas flores del mismo individuo.

Los estudios realizados en el laboratorio de Barrett (Jesson y Barrett, 2002; Jesson *et al.*, 2003; Jesson y Barrett, 2005) sugieren que el diseño especular de las flores enantioestílicas, ha evolucionado para favorecer la polinización cruzada. En sus trabajos con las especies del género *Wachendorfia* y *Solanum*, han logrado demostrar que las abejas que polinizan a estas especies transfieren eficientemente más polen de otras plantas a las plantas focales de sus estudios y menos polen del mismo individuo cuando las poblaciones naturales y experimentales, en el caso de *Solanum* que es monomórfica y tienen solo individuos con flores de estilos orientados a la derecha e individuos con flores de estilos orientadas a la izquierda (Jesson y Barrett, 2002; Jesson y Barrett, 2005). Con estos trabajos han propuesto que la enantioestilia dimórfica es, efectivamente, un polimorfismo capaz de incrementar las tasas de polinización cruzada y que al evitar la depresión por endogamia se ve favorecido por la selección natural. Sin embargo, su hipótesis no es aplicable, como ellos

mismos lo aceptan, para explicar por qué la enantioestilia monomórfica es tan común (Barrett, 2010).

Es en estos casos la explicación más plausible para la evolución de la enantioestilia monomórfica, la relacionada con un incremento en la eficiencia de la polinización para evitar la interferencia sexual. Por ejemplo, Marazzi *et al.* (2006) sugieren que en el género *Senna* de la familia Fabaceae, la enantioestilia, permite la liberación del polen al mismo tiempo que protege el carpelo de las vibraciones emitidas por el polinizador ya que sólo permite el acceso a la mitad de las anteras y la abeja tiene que adoptar una posición que evita que sus vibraciones dañen el carpelo. Otras características florales como son la heterogeneidad en el tamaño y forma de estambres y anteras, y la ausencia de néctar como recompensa floral, características de las especies enantioestílicas, hacen suponer que este polimorfismo está más relacionado con maximizar la eficiencia en la polinización por abejas y abejorros que colectan el polen y no con la prevención de la endogamia (Vallejo-Marín y Da Silva *et al.*, 2010).

Otros autores (Carvalho y Oliveira, 2003; Raymunde-Urrutia y Hokche, 2008; Rodríguez y Sanoja, 2008), sugieren que muchas de las características de la estructura de las flores con enantioestilia, aparte de la posición del pistilo están relacionadas directamente con el tamaño y forma de las abejas que las polinizan. Por ello, sugieren que la enantioestilia es un conjunto de características como el tamaño y posición de la corola, la forma del carpelo (todos los tejidos femeninos de la flor), el estigma (el tejido femenino en donde aterriza el polen) y la posición asimétrica del estilo, que han evolucionado de acuerdo a

la morfología de esos polinizadores. Estos autores sugieren que debido a que las abejas prefieren flores simétricas, los estilos incurvados debieron evolucionar con otras características florales para mantener la fidelidad de los polinizadores y no como respuesta a una presión de selección para minimizar la auto-polinización.

La enantioestilia monomórfica, por lo tanto, es una respuesta a la presión de selección que tienen los polinizadores en las especies que dependen de abejas y abejorros para reproducirse sexualmente. En algunos casos en donde la polinización entre flores del mismo individuo es muy alta, la variación en la proporción de flores con estilo incurvado a la derecha o a la izquierda disminuye la geitonogamia en la enantioestilia monomórfica. En el caso de la enantioestilia dimórfica ésta pudo evolucionar para prevenir la endogamia y promover la polinización cruzada. En estos casos la enantioestilia dimórfica se deriva de la enantioestilia monomórfica. Sin duda, hacen falta más estudios para determinar por qué la enantioestilia dimórfica no ha evolucionado tan frecuentemente. Una de las razones posibles es que la enantioestilia monomórfica no es un polimorfismo genético, dado que las poblaciones están compuestas de un sólo fenotipo con flores con estilos derechos e izquierdos en la misma planta. Por lo que esta condición es considerada un polimorfismo floral somático (Barrett *et al.*, 2000), mientras que la enantioestilia dimórfica es un polimorfismo genético dado que las poblaciones presentan dos fenotipos distintos y, para *Heteranthera multiflora*, se ha encontrado que el polimorfismo es controlado por un solo locus mendeliano con dos alelos, donde el alelo para estilo hacia la derecha, R, es dominante sobre el alelo de estilo

hacia la izquierda, r (Jesson y Barrett, 2002; Barrett, 2002). Jesson y Barret (2002; 2002) proponen dos vías posibles de evolución para explicar cómo las especies enantioestílicas monomórficas transitan hacia especies enantioestílicas dimórficas.

En la primer vía evolutiva, las flores producen semillas sólo con sus imágenes especulares y esto causa selección disruptiva sobre la dirección de la deflexión estilar (un incremento en el número de hijos que tengan más estilos incurvados a la derecha, así como en el número de hijos que tengan más estilos incurvados a la izquierda), en este caso es necesario que exista variación genética en la proporción de flores con estilos izquierdos y derechos en las plantas en las poblaciones monomórficas ancestrales. La segunda vía consiste en una mutación que origina que el estilo de las flores de una planta se fije en una dirección, al dispersarse esta mutación en una población, se requiere que aparezca una segunda mutación que fije la dirección del estilo de las flores en otra dirección. Es posible que la enantioestilia dimórfica haya evolucionado pocas veces debido a que se necesitan varias mutaciones o coeficientes de selección alta para originar esta característica, aunque no se sabe con certeza qué otros factores pueden influir en la baja frecuencia de ésta.

Actualmente, se sabe que hay una correlación evolutiva entre la enantioestilia y otras características como la heteranteria, sin embargo se ignora cómo pudo haber sido el proceso y el orden que fueron apareciendo las características relacionadas a esta. Por ello es evidente que el papel de la enantioestilia para favorecer el entrecruzamiento y los mecanismos evolutivos que limitan

el desarrollo de esta característica necesitan ser estudiado más a fondo. En este sentido, la presencia de varias especies en los trópicos –por ejemplo de la familia Fabaceae, constituyen sistemas importantes para continuar con el estudio de las formas de las flores.

Especies asiáticas flexibles, ¿la lucha de los sexos o especies en entrecruza?

Como se discutió anteriormente, la alta frecuencia de la auto-fertilización en las angiospermas tiene que ser colocado en un contexto ecológico, donde el factor más importante es la interacción con los polinizadores. Los polinizadores, sin embargo presentan preferencias en sus visitas por las recompensas que estas tienen, el néctar y el polen. Las plantas que son polinizadas por animales dependen en gran medida de la eficiencia de la dispersión del polen y los polimorfismos florales evolucionan en el sentido de incrementar la eficiencia en la polinización (Barrett, 2010).

Uno de los polimorfismos florales descrito recientemente, conocido como flexistilia (del latín *flexum* curvar), es un fenómeno complejo en que el estilo de las flores se curva y que está asociado la presencia de heterodicogamia, flores protándricas (funcionalmente machos y después hembras) y protogínicas (funcionalmente hembras y después machos) (Li, Xu *et al.*, 2001). Por ello, la flexistilia es un polimorfismo que combina la heterodicogamia en las funciones sexuales y que también involucran el movimiento recíproco de la superficie del estigma a través de un eje vertical durante el período de floración dentro de una flor hermafrodita (Ren, Liu *et al.*, 2007; Sun, Gao *et al.*, 2007; Sun, Zhang *et al.*, 2010). Este polimor-

fismo floral fue descubierto por primera vez en *Amomum tsao-ko* y en nueve especies del género *Alpinia* de la familia Zingiberaceae, que se distribuyen por el sureste asiático (Takano *et al.*, 2005). El género *Alpinia* es el más numeroso de esta familia, su morfología floral ha coevolucionado con polinizadores que tienen proboscis larga como las abejas y en algunos casos con aves y murciélagos (Kress *et al.*, 2005). La heterodicogamia en especies flexistílicas, evita que las abejas, polinizadores de estas especies, muevan polen propio al estigma de la flor cuando las anteras presentan dehiscencia (liberación del polen) (Li *et al.*, 2001) y previenen la interferencia entre las funciones masculinas y femeninas (Sun *et al.*, 2010).

En la flexistilia se pueden distinguir dos morfos específicos, 1) anaflexistilia, en la que primero se presenta la función femenina y después la masculina y 2) cataflexistilia, que es todo lo contrario, primero se presenta la función masculina y después la femenina (Li *et al.*, 2002). Los prefijos ana y cata, además de asociarse con el fenotipo de la dicogamia indican la dirección del movimiento del estilo, ana del griego -de abajo hacia arriba- y cata del griego -de arriba hacia abajo- (Figura 3). Los mecanismos que regulan el movimiento del estilo de las plantas del género *Alpinia* son únicos en el reino vegetal (Li *et al.*, 2001), cada estilo de los dos fenotipos tiene dos curvaturas durante la floración de 1 día, y las direcciones de los dos movimientos se dan en direcciones opuestas. La curvatura es inducida por un crecimiento diferencial de los tejidos a través del estilo y se caracteriza por un aumento del crecimiento en el lado convexo del estilo (Li *et al.*, 2001).

Los mecanismos de la respuesta de cre-

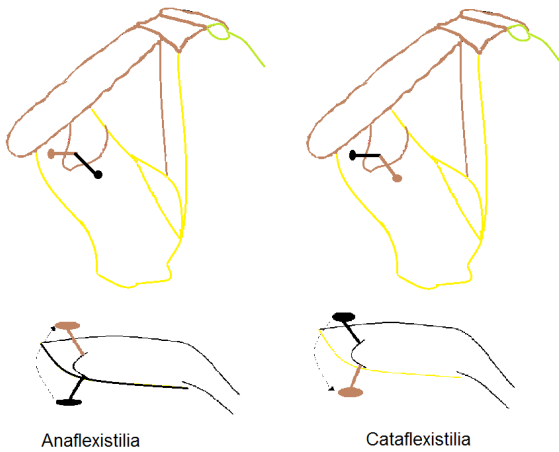


Figura 3. Esquemas de los morfos anaflexistilia y cataflexistilia en plantas con flexistilia. Los pistilos en negro representan la posición original antes del incurvamiento y los café la posición del pistilo después del incurvamiento modificado de Sun et al (2001) y Sun et al, (2007).

cimiento son poco conocidos, aunque ha encontrado que el transporte de auxina juega un papel importante durante el crecimiento diferencial del estilo de las flores flexistílicas (Luo y Li 2010; Luo, Luo *et al.*, 2010). El movimiento que ocasiona la curvatura del estilo en la flexistilia no tiene relación con el movimiento termostático (el movimiento de plantas que corresponde a un cambio en la temperatura), pero las temperaturas bajas pueden retardar el movimiento de disminuir los grados de la curvatura del estilo (Luo y Li, 2010). Esto se asocia con un movimiento más lento de la auxina que frena la respuesta del tejido del estilo y disminuye así la velocidad y la flexión de la curvatura. Se ha probado, también, que la luz influye en el movimiento del estilo, pero que esto depende del morfo y de su fase de desarrollo (Luo y Li, 2010).

En las flores con cataflexistilia, no hay ningún efecto en el movimiento del estilo tanto en la oscuridad como en la luz,

a diferencia de las flores con anaflexistilia en donde la luz si controla las curvaturas del estilo y la oscuridad previene por completo el movimiento (Luo y Li, 2010). Se ha encontrado también, que el calcio libre en el citoplasma de las células puede actuar como un mensajero secundario que participa en el movimiento de los estilos de flores flexistílicas, como lo hace en los movimientos de las plantas hacia una fuente de luz (el fototropismo) o hacia el suelo (el gravitropismo) (Luo *et al.*, 2010).

El movimiento del estilo, que distingue a la flexistilia de otros polimorfismos con heterodicogamia, hace o impide que el estigma esté disponible para los polinizadores, cuando el estigma se encuentra en la posición inferior los polinizadores pueden hacer contacto con él (Sun *et al.*, 2010). En este sentido, en la flexistilia se evita la interferencia entre la función femenina y masculinas de una flor hermafrodita, puesto que la posición del estigma podría obstruir el

acceso del polinizador a las anteras y los estambres pueden remover el polen del cuerpo de un polinizador cuando visita la flor evitando que este llegue al estigma (Takano *et al.*, 2005; Ren *et al.*, 2007; Sun *et al.*, 2010). Como en ambos casos se ve afectada la polinización, el movimiento del estilo en una flor flexistílica, es ventajoso para la planta porque reduce la interferencia sexual en sus flores hermafroditas. Esto es porque aún cuando el estilo y los estambres estén presentes, las flores anaflexistílicas funcionalmente son flores femeninas y las flores cataflexistílicas son funcionalmente flores masculinas.

Los datos observacionales que apoyan la hipótesis de la flexistilia como un mecanismo que previene la interferencia sexual provienen de estudios de la biología de la polinización de estas especies. La primera evidencia es la división temporal que ocasiona el movimiento del estilo y la segunda de las tasas de visita de los polinizadores. En el caso de las especies flexistílicas del género *Alpinia* se ha encontrado una separación temporal entre las funciones masculinas y femeninas de ca. 5 horas (Li *et al.*, 2001) y en las de *Amonum* de 8 horas (Ren *et al.*, 2007). La receptividad de los estigmas en las flores anaflexistílicas y la producción de polen en flores cataflexistílicas es mayor en la mañana, mientras que al mediodía la producción de polen es mayor en flores anaflexistílicas y el estigma está receptivo en flores cataflexistílicas en *Alpinia kwangsiensis* (Li, Kress *et al.*, 2002), *Alpinia blepharocalyx* (Sun *et al.*, 2007), *Alpinia nieuwenhuizii* (Takano *et al.*, 2005). Todas estas especies son polinizadas por abejas de gran tamaño, principalmente las abejas carpinteras del género *Xylocopa*, debido a que los granos de polen se adjuntan a la espalda de estas y se

transfieren al estigma (Li *et al.*, 2001; Li *et al.*, 2002; Takano *et al.*, 2005).

En *Alpinia nieuwenhuizii* los polinizadores visitan con mayor frecuencia a ambos morfos en las mañanas, pero en los dos picos de floración, alrededor de las 6 am y 3 pm (Takano *et al.*, 2005). Algo similar ocurre en *Amonum maximum*, que presenta también dos picos de floración, pero es visitada abejas de la especie *Apis cerana* (Ren *et al.*, 2007). En estas dos especies se propone que las flores anaflexistílicas funcionan más como hembras y las cataflexistílicas como machos. En un estudio reciente en *Alpinia mutica*, se ha comprobado experimentalmente, que la flexistilia previene la interferencia sexual (Sun *et al.*, 2010). Sun *et al.*, (2010) encontraron que al manipular las flores de esta especie (cortar el estigma de flores anaflexistílicas y remover el polen de flores cataflexistílicas), la especie tiene una menor producción de semillas porque los polinizadores no donan suficiente polen, mientras que en las plantas no manipuladas la producción de semillas es mayor.

Una consecuencia de la división en las funciones masculinas y femeninas de las plantas flexistílicas puede ser la prevención de la autopolinización. En este sentido los trabajos en el género *Alpinia* han demostrado que estas especies pueden producir semillas cuando se les poliniza con polen de la misma planta, pero que la cantidad de semillas es menor, comparado con el que se produce de polinización con flores de otros individuos (Li *et al.*, 2001; Li *et al.*, 2002; Takano *et al.*, 2005). Por ello estos autores propusieron que la flexistilia evolucionó como un mecanismo para prevenir la autopolinización. Este mecanismo, sin embargo, es efectivo

sólo cuando la separación temporal sea suficiente para que el polen que llega al estigma provenga de otras plantas y no de la misma flor. Esto se logra cuando existen dos picos de floración como en *Alpinia nieuwenhuizii*, pero no en *Alpinia blepharocalyx* en que el pico de la floración ocurre aún cuando el movimiento del estilo no se ha completado (Takano *et al.*, 2005). Estos autores proponen que la presentación de dos picos de floración ocurrió en un hábitat en el que las actividades de los polinizadores disminuyeron durante el mediodía y esto conllevó a una verdadera separación funcional de las funciones masculinas y femeninas de la planta y la prevención de la autopolinización. La prevención de la autopolinización, como se comenta anteriormente, debe reflejarse en un incremento en las tasas de polinización cruzada. La evidencia experimental sobre el incremento en las tasas de polinización cruzada en especies flexistílicas proviene de los estudios realizados por Chen y Li (2008) en *Amonum maximum*, *A. putrecens* y *A. villosum*. Las primeras dos especies son flexistílicas y tienen tasas de polinización cruzada mayores que la tercera que no lo es.

Aunque la flexistilia encontrada en *Alpinia* y *Amonum* evita la auto-polinización en las flores (autogamia), y dentro del mismo individuo (geitonogamia) su origen está relacionado con la presencia de polinizadores, y es muy probable que más que mantenerse como un mecanismo de prevención de la autopolinización, como un mecanismo que evita la interferencia sexual.

El conocimiento de la biología y ecología floral de la enantiofilia y flexistilia, nos ha brindado un panorama sobre las posibles causas de la evolución de los

polimorfismos florales, en el contexto de una polinización eficiente que implica tanto mantener la fidelidad de los polinizadores, evitar la interferencia de los sexos masculinos y femeninos en plantas hermafroditas, como evitar la depresión por endogamia.

Referencias

- Barrett, S. C. H. 2002. The evolution of plant sexual diversity. *Nature Reviews Genetics* 3(4): 274-284.
- Barrett, S. C. H. 2010. Darwin's legacy: the forms, function and sexual diversity of flowers. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365(1539): 351-368.
- Carvalho, D. A. y P. E. Oliveira. 2003. Biología reproductiva e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) H.S. Irwin y Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Botânica* 26: 319-328.
- Charlesworth, D. y B. Charlesworth. 1987. Inbreeding Depression and its Evolutionary Consequences. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18(1): 237-268.
- Chen, X.-C. y Q.-J. Li. 2008. Outcrossing rates analysis of three *Amomum* species in Zingiberaceae. *Journal of Yunnan University. Natural Science Edition* 5.
- Darwin, C. 1877. *The Different Forms of Flowers on Plants of the Same Species*, Classic Literature Library.
- Darwin, F. 1887. *The Life and Letters of Charles Darwin*. Classic British Author, Classic Literature Library. I.
- Fenster, C. B. 1995. Mirror image flowers and their effect on outcrossing rate in *Chamaecrista fasciculata* (Leguminosae). *American Journal of Botany* 82(1): 46-50
- Gao, J.-Y., P.-Y. Ren, Z.-H. Yang y Q.-

- J. Li. 2006. The pollination ecology of *Paraboea rufescens* (Gesneriaceae): a buzz-pollinated tropical herb with mirror-image flowers. *Annals of Botany* 97(3): 371-376.
- Jesson, L. K. y S. C. H. Barrett. 2002. Enantiostyly in *Wachendorfia* (Haemodoraceae): the influence of reproductive systems on the maintenance of the polymorphism. *American Journal of Botany* 89(2): 253-262.
- Jesson, L. K. y S. C. H. Barrett. 2002. Enantiostyly: Solving the puzzle of mirror-image flowers. *Nature* 417(6890): 707-707.
- Jesson, L. K. y S. C. H. Barrett. 2002. The genetics of mirror-image flowers. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 269(1502): 1835-1839.
- Jesson, L. K. y S. C. H. Barrett. 2003. The comparative biology of mirror-image flowers. *International Journal of Plant Sciences* 164(S5): S237-S249
- Jesson, L. K. y S. C. H. Barrett. 2005. Experimental tests of the function of mirror-image flowers. *Biological Journal of the Linnean Society* 85(2): 167-179.
- Jesson, L. K., J. Kang, S. L. Wagner, S. C. H. Barrett y N. G. Dengler. 2003. The development of enantiostyly. *American Journal of Botany* 90(2): 183-195.
- Kress, W. J., A.-Z. Liu, M. Newman y Q.-J. Li. 2005. The molecular phylogeny of *Alpinia* (Zingiberaceae): a complex and polyphyletic genus of gingers. *American Journal of Botany* 92(1): 167-178.
- Li, Q.-J., Z.-F. Xu, W. J. Kress, Y.-M. Xia, L. Zhang, X.-B. Deng, J.-Y. Gao y Z.-L. Bai. 2001. Pollination: Flexible style that encourages outcrossing. *Nature* 410(6827): 432-432.
- Li, Q. J., W. J. Kress, Z. F. Xu, Y. M. Xia, L. Zhang, X. B. Deng y J. Y. Gao. 2002. Mating system and stigmatic behaviour during flowering of *Alpinia kwangsiensis* (Zingiberaceae). *Plant Systematics and Evolution* 232(1): 123-132.
- Luo, Y.-L. y Q.-J. Li. 2010. Effects of light and low temperature on the reciprocal style curvature of *Flexistylous Alpinia* Species (Zingiberaceae). *Acta Physiologiae Plantarum* 32(6): 1229-1234.
- Luo, Y., Y. Luo y Q. Li. 2010. Subcellular localization of calcium during <i>Alpinia mutica</i> <i>Roxb.</i> (Zingiberaceae) style movement. *Protoplasma*: 1-6.
- Marazzi, B. y P. K. Endress. 2008. Patterns and development of floral asymmetry in *Senna* (Leguminosae, Cassiinae). *American Journal of Botany* 95(1): 22-40.
- Marazzi, B., P. K. Endress, L. P. d. Queiroz y E. Conti. 2006. Phylogenetic relationships within *Senna* (Leguminosae, Cassiinae) based on three chloroplast DNA regions: patterns in the evolution of floral symmetry and extrafloral nectaries. *American Journal of Botany* 93(2): 288-303.
- Ornduff, R. y R. Dulberger. 1978. Floral enantiomorphy and the reproductive system of *Wachendorfia paniculata* (Haemodoraceae). *New Phytologist* 80(2): 427-434.
- Raymunde-Urrutia, E. y O. Hokche D. 2008. Aspectos de la biología reproductiva de dos especies de *Chamaecrista* Moench (Caesalpinioideae - Leguminosae) (Aspects of the reproductive biology of two *Chamaecrista* Moench species (Caesalpinioideae - Leguminosae)). *Acta Botánica Venezuelica* 31(2): 461-472.
- Ren, P. Y., M. Liu y Q. J. Li. 2007. An example of flexistyly in a wild cardamom species *Amomum maximum* (Zingiberaceae). *Plant Systematics*

- and Evolution 267(1): 147-154.
- Rodríguez R., L. y E. Sanoja. 2004. Reproductive biology aspects of *Erisma uncinatum* Warm., (Vochysiaceae), the first timber-yielding species of Bolívar state, Venezuela. . *Acta Botánica Venezuelica* 27(1): 23-33.
- Rodríguez R., L. y E. Sanoja. 2008. Fenología, biología floral y de polinización de especies de la familia Vochysiaceae en la Guayana Venezolana (Phenology, floral and pollination biology of species of Vochysiaceae family in Venezuelan Guayana). *Acta Botánica Venezuelica* 31(2): 331-336.
- Sun, S., J.-Y. Gao, W.-J. Liao, Q.-J. Li y D.-Y. Zhang. 2007. Adaptive Significance of Flexistylly in *Alpinia blepharocalyx* (Zingiberaceae): A Hand-pollination Experiment. *Annals of Botany* 99(4): 661-666.
- Sun, S., D. Y. Zhang, A. R. Ives y Q. J. Li. 2010. Why do stigmas move in a flexistylous plant? *Journal of Evolutionary Biology*: no-no.
- Takano, A., J. Gisil, M. Yusoff y T. Tachi. 2005. Floral and pollinator behaviour of flexistylous Bornean ginger, *Alpinia nieuwenhuizii* (Zingiberaceae). *Plant Systematics and Evolution* 252(3): 167-173.
- Tang, L. L. y S. Q. Huang. 2005. Variation in daily floral display and the potential for geitonogamous pollination in two monomorphic enantiostylous *Monochoria* species. *Plant Systematics and Evolution* 253(1): 201-207.
- Vallejo-Marín, M., E. M. Da Silva, R. D. Sargent y S. C. H. Barrett. 2010. Trait correlates and functional significance of heteranthery in flowering plants. *New Phytologist* 188(2): 418-425.

Luís López Burgos

Cuerpo Académico de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias - UADY.



La primera escuela veterinaria del mundo fue fundada en Lyon, Francia, en 1761 y fue seguida inmediatamente por la escuela de Alfort, cerca de París, en 1764, ambas por iniciativa de Claude Bourgelat. Al crear los primeros establecimientos de formación, Bourgelat trazaba al mismo tiempo la labor del veterinario. El genio de Bourgelat fue más lejos, efectivamente, gracias a su fructífera colaboración con los cirujanos lioneses, también fue el primer científico que se atrevió a expresar que al estudiar la biología y la patología del animal, se podría entender mejor las enfermedades del hombre.

El año 2011 es el 250 aniversario de la enseñanza veterinaria, de la profesión veterinaria en el mundo y del concepto de “biopatología comparada”, sin esta, la medicina moderna no habría nacido nunca.

Así, es mucho más que la creación de la formación veterinaria que se celebra en Francia en 2011. En todo el planeta, es importante festejar la profesión veterinaria al servicio de la salud del animal

y también de la humanidad, desde hace 250 años.

Referencia

http://www.foyel.com.ar/paginas/2010/06/1301/el_2011_sera_el_ano_mundial_del_medico_veterinario_vet_2011/

250 años de educación de la medicina veterinaria en el mundo y su relación con México

Marco A. Torres León

Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias - UADY.

Dedicado a Raúl Guerrero Figueroa

Introducción

El esfuerzo de sintetizar 250 años de historia en unas cuantas cuartillas es mayúsculo; sin embargo, gratificante. Revisar los, todavía escasos, documentos relacionado con esta temática permiten valorar una vez más y sin falsa modestia, los aportes de la profesión veterinaria a la salud, la producción animal y al bienestar de la humanidad.

La primera escuela veterinaria del mundo fue fundada en Lyon Francia en 1761 y casi inmediatamente después se inauguró la de Alfort, cerca de París, en 1764, ambas por iniciativa de Claude Bourgelat. Por consiguiente, en el año 2011 se celebra el 250 aniversario de la enseñanza y la profesión veterinaria.

En México la historia se inició el 17 de agosto de 1853 (de aquí la celebración en el país cada 17 de agosto, del día del Médico Veterinario Zootecnista) al inaugurarse la escuela de medicina veterinaria en San Jacinto hoy Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. En octubre de 1970 inicia sus actividades la hoy Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán. El inicio oficial de las festividades del “Año Veterinario Mundial” 2011, fue el 24 de enero en el palacio de Versalles (donde vivía Luis XV), con la presencia del presidente Nicolás Sarkozy acompañado de funcionarios del Gobierno Francés, los directores generales de la

OIE, de la FAO y de la OMS.

En México, las conmemoraciones se iniciaron en febrero, en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México y es compromiso de las Instituciones de Educación Superior, que ofrecen el programa de medicina veterinaria y zootecnia, realizar un evento que celebre la efeméride en cada entidad federativa del país.

El Dr. Bernard Vallat director general de la Organización Mundial de sanidad Animal (OIE) expresó “Todo el mundo sabe que los veterinarios son los médicos de los animales, pero pocos son conscientes de que estos médicos realmente cumplen una función fundamental en la prevención y control de las enfermedades infecciosas de los animales, entre estas las transmisibles al hombre, el bienestar animal, la producción alimentaria o la inocuidad de los alimentos. El Año Veterinario Mundial 2011 es una oportunidad muy especial para rendir homenaje a la contribución cotidiana de los veterinarios a la sociedad civil que representa un bien público mundial”

La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán se une a las celebraciones de los 250 años de la educación de la medicina veterinaria en el mundo en el marco de los 41 años de su fundación.

Inicio de la educación veterinaria en el mundo

En el denominado siglo de las luces, ubicándose históricamente, el siglo XVIII donde se inició o consolidó la lucha contra el “oscurantismo, el empirismo y las recetas” a favor de la razón con las ideas y acciones, entre otros de Alembert, Diderot, Voltaire, Rosseau y se generó la Revolución Francesa con su libertad, fraternidad e igualdad. Hoy ese ideario, desafortunadamente, todavía es pertinente en varias regiones del mundo.

En Lyon, Francia (segunda ciudad en importancia de ese Reino en ese siglo) nació el 11 de noviembre de 1712, Claude Bourgelat. De su biografía destacan algunas características que forjaron el carácter de las personalidades históricas de la época, entre éstas; huérfano de padre a los diez años, fortuna familiar venida a menos con las consiguientes penurias económicas, un primer matrimonio sin hijos con viudez prematura, un segundo matrimonio con dos hijos, mosquetero del ejército real y por supuesto, estudios y ejercicio



Claude Bourgelat. Imagen tomada de: http://www.vet2011.org/en_bourgelat7.php. 25 de junio de 2011

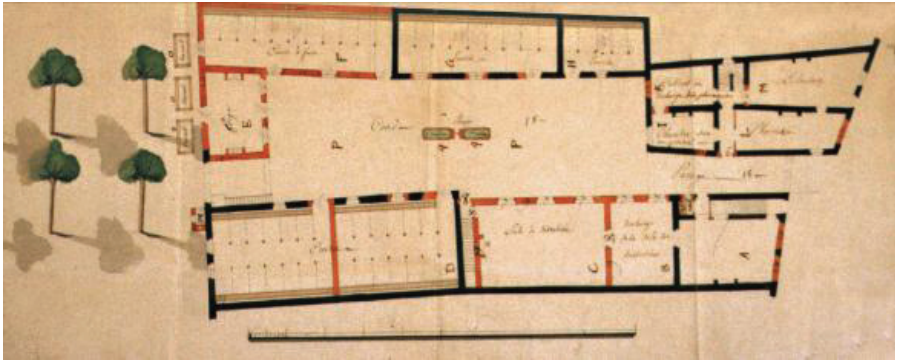
profesional como abogado que lo inicia en las relaciones con la nobleza y los apoyos palaciegos.

En 1740, como un reconocimiento a su formación y amplia cultura, Bourgelat es nombrado, “Caballerizo del Rey y Director de la Escuela de Equitación de Lyon”. En este contexto, inicia sus estudios en anatomía, fisiología y patología de los animales, principalmente de los caballos, especie de la mayor importancia económica, social y militar de la época (Claude Bourgelat es pionero de la educación integral). Entre los aspectos visionarios de Claude Bourgelat destacan, desde el siglo XVIII identificó las relaciones entre la medicina humana y la medicina veterinaria además, la desarrolló como una disciplina científica. Fue el fundador de las dos primeras escuelas veterinarias en Francia y colaborador en 1752 de la primera enciclopedia francesa en ciencias hípicas.

Bourgelat, es considerado inventor de la “biopatología comparada”. Uno de sus biógrafos anota “Casi un siglo antes de que Rayer fundase la “patología comparada”, Bourgelat, inspirado por las ideas de los naturalistas de su época y por su colaboración con los cirujanos de Lyon, había sentado ya las bases del concepto moderno de “biopatología comparada”. La fundación de la primera escuela de veterinaria en el mundo se concretó mediante la conjunción de los esfuerzos de Claude Bourgelat y Henri Bertin, político y visionario de la educación veterinaria en el sentido de impulsar la creación de otras escuelas de veterinaria en el reino y promover la enseñanza de la veterinaria en todos los animales domésticos, más allá de los caballos. Bertin, y Malesherbes otro político de influencia en la corte, convencidos de los argumentos

de Bourgelat, le informaron y persuadieron al rey de la importancia de la agricultura y la ganadería para el reino.

Paradójicamente, el Rey Luis XV es conocido y recordado no por su visión por autorizar las primeras escuelas de veterinaria en Francia y en el mundo



La escuela de veterinaria en Lyon. Imagen tomada de: http://www.vet2011.org/en_bourgelat7.php. 25 de junio de 2011.

Como consecuencia de estas gestiones y por real decreto por parte del consejo de estado bajo el Reinado de Luis XV, del 4 de agosto de 1761, Bourgelat es autorizado para abrir una escuela de veterinaria en Lyon.

En febrero de 1762 la escuela acepta a su primer alumno; un año después contaba con 29 alumnos con un rango de edad jentre 11y 14 años! En el año de 1765 los estudiantes con 4 años de estudio consecutivos, aprobados por los profesores de la escuela, reciben el diploma firmado por el rey que les permite ejercer la medicina veterinaria y la profesión de herrador. Las escuelas Francesas aceptan alumnos de toda Europa, por lo tanto a consecuencia del retorno de estos profesionales a sus países de origen, o la emigración de los nativos en Francia, en la segunda mitad del siglo XVII surgieron 13 escuelas de veterinaria en el viejo continente.

al aprobar los proyectos de Bertin y Bourgelat, sino por el apelativo de “bien amado” como lo conocía su pueblo, por ser el suegro de María Antonieta, por sentar las bases de la revolución francesa durante su reinado, por el estilo de arquitectura y artes denominado rococó; y hasta por ser un excelente e insaciable amante con numerosas aven-



Luis XV. Imagen tomada de: http://www.vet2011.org/en_bourgelat7.php. 25 de junio de 2011

turas sexuales (la considerada amante favorita, madame de Pompadour apoyó ante el Rey las ideas de Bertin, por lo tanto es protagonista de la historia de la primera escuela de veterinaria en el mundo).

La pertinencia del pensamiento y la acción de Claude Bourgelat pueden identificarse en estas dos frases, en donde además de su ratificación como precursor de la biopatología comparada, se le identifica también como iniciador de los aspectos éticos de la medicina veterinaria.

“Hemos comprobado la estrecha relación que existe entre la máquina humana y la máquina animal; dicha relación es tal que la medicina humana y la medicina animal se instruirán y perfeccionarán mutuamente el día que, libres de un prejuicio ridículo y funesto, dejemos de pensar que nos rebajamos y envilecemos estudiando la naturaleza de los animales, como si esa naturaleza y la verdad no fuesen en todo momento y en todo lugar dignas de ser exploradas por cualquiera que sepa observar y pensar”.

De los “Reglamentos para las Reales Escuelas de Veterinaria” elaborados por Bourgelat, “Impregnados siempre de los principios de honestidad que habrán apreciado y de los que habrán visto ejemplos en las Escuelas, jamás deberán apartarse de ellos; distinguirán al pobre del rico, no pondrán un precio excesivo a talentos que deben exclusivamente a la beneficencia del Rey y a la generosidad de su patria y demostrarán con su conducta que están todos igualmente convencidos de que la fortuna consiste menos en el bien que uno posee que en el bien que uno puede hacer.”

Claude Bourgelat falleció en París el 3 de enero de 1779. Qué mejor elogio de él que las palabras que le escribió Voltaire en 1771 (disculpándole su alusión a Dios, omnipresente en la época... y a los físicos). “Admiro sobre todo su ilustrada modestia... Cuanto más sabe usted, menos afirma. En nada se asemeja a esos físicos que se ponen en el lugar de Dios y crean un mundo con sus palabras. Con su experiencia, ha abierto usted una carrera nueva; ha prestado verdaderos servicios a la sociedad: esa es la física buena.”

La medicina veterinaria en México

El 17 de agosto de 1853 (92 años después del decreto real de Luis XV) el presidente Antonio López de Santa Anna, emitió el decreto de creación de la Escuela de Veterinaria que junto con la escuela de agricultura conformaron el Colegio Nacional de Agricultura. En otra paradoja de la historia, López de Santa Anna, autoproclamado y recordado como su “Alteza Serenísima” el “Seductor de la Patria”, el mismo que aprobó la venta a Estados Unidos de América del territorio conocido como “La Mesilla” en diez millones de pesos, ratificando su vocación de “nuestro mejor vendedor”. Este personaje, en ese mismo año de 1853, fue convencido por el veterinario Francés Eugenio Bergeyre para fundar una escuela de veterinaria en México. Con esto, una de las personalidades más denostadas en la historia del país, toma una decisión de enorme beneficio para la población de México.

Eugenio Bergeyre, veterinario egresado de la escuela de Tolosa, fue contratado en el año de 1853, por el presidente Santa Anna para atender las caballerizas y servir al ejército mexicano. Bergeyre fue el primer médico veterinario

en ingresar a la academia de medicina de México. En una conferencia reciente el Dr. Miguel Ángel Márquez realiza un escrutinio de las causas que impulsaron a Eugenio Bergeyre para trasladarse a nuestro país, sin encontrar documentos sólidos para apoyar la hipótesis (repetida con frecuencia en pláticas coloquiales) que fue el presidente Santa Anna quien mandó contratarlo desde Francia ¿Por qué se trasladó a México? Independientemente de la respuesta, es protagonista de la historia de la medicina veterinaria en nuestro país.

Las actividades académicas de la escuela de veterinaria, también sesgadas hacia los caballos, debido a los avatares políticos y militares de la época, se iniciaron en el antiguo hospicio de San Jacinto en febrero de 1854. Esta escuela de veterinaria fue la primera en el continente americano, por eso el edificio de San Jacinto es llamado la “Cuna de la Medicina Veterinaria en América”.

En el año de 1857 el colegio nacional adquirió el nombre de escuela nacional de agricultura y veterinaria iniciando formalmente sus cursos en abril de 1958. En 1862 egresan los primeros médicos veterinarios, entre éstos el Dr. José de la Luz Gómez, quien en 1891 se convirtió en el primer médico veterinario que asumía la dirección de la escuela nacional de agricultura y veterinaria asimismo, fue el primer veterinario mexicano en ingresar a la Academia de Medicina en 1857. El Dr. José de la Luz Gómez es el pionero de la medicina veterinaria científica en México. En 1916 el presidente Venustiano Carranza separa la escuela de veterinaria de la de agronomía al instituir la escuela nacional veterinaria. En 1939, bajo la dirección del maestro Manuel H. Sarvide, la escuela adquirió la denominación de

Escuela Nacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. En el año de 1955 la hoy Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, se traslada a Ciudad Universitaria.

La Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia en Yucatán

La Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán se fundó el 25 septiembre de 1970 a iniciativa de un grupo de estudiantes y el apoyo del MVZ Víctor Souza Nájera, primer director de la escuela, y el Sr. Víctor Ríos Patrón impulsor de la Medicina Veterinaria y Zootecnia en el estado. El apoyo decidido del Dr. Alberto Rosado G. Cantón, exrector de la Universidad de Yucatán y las facilidades brindadas por el Dr. Humberto Castro exdirector de la Escuela de Medicina, fueron determinantes para que la naciente escuela tuviese espacios académicos para asegurar su funcionamiento. Cabe señalar que cronológicamente, la escuela de veterinaria en Yucatán, fue la número once del país.

En el año de 1974, se participa en el programa federal de construcción de escuelas, elaborando las propuestas para formular el proyecto denominado “Planta Física de las Escuelas de Medicina Veterinaria y Zootecnia” e incorporando ideas para diseñar los edificios y equipos requeridos para el desempeño académico de estas. En ese mismo año, se inicia la construcción de los edificios e instalaciones de la actual planta física que posee esta Facultad. Para mediados del año de 1975, pasa a ocupar sus actuales instalaciones.

Hoy, la FMVZ de la UADY se desarrolla como Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias al ofrecer cuatro licen-

ciaturas y programas de post grado relacionadas con las ciencias veterinaria, biológicas (incluyendo las del mar) y agro ecológicas.

Referencias

- Cottureau P, Webber Goude J. 2011. Claude Bourgelat. Un Lyonnais fondateur des deux premières écoles vétérinaires du monde 1712 – 1779. ENS Éditions. Lyon.
- Márquez M. A. 2011. Conferencia Magistral; Eugenio Bergeyre; primer veterinario francés en México. Inicio de las festividades en México de los 250 años de la educación veterinaria en el Mundo. CXXXVI asamblea de la Asociación Mexicana de Escuelas y Facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 24 de febrero de 2011, México, D.F
- Torres M. 2010. 40 años de la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán. Bioagrocencias. Vol 3 No. 1 6 – 10.
- Trigo F. 2011. 1853, San Jacinto. Cuna de la Medicina Veterinaria en América. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México.
- Uribe B., Cervantes J., Román C.A. 2011. Una mirada a la historia de la Medicina Veterinaria a través de la vida y obra de José de la Luz Gómez. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México.
- www.vet2011.org.- Consultado el 25 de junio de 2011.

D. Córdova Aldana¹, N. Molina Ceballos¹, S. Rosado Cárdenas¹, L. Salazar Canul¹, M. J. Álvarez Fleites²

¹Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, ² Departamento de Medicina Interna y Cirugía, Clínica de cerdos Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias - UADY.

Introducción

El tétanos es una enfermedad provocada por *Clostridium tetani* una bacteria Gram positiva estrictamente anaerobia. Esta enfermedad, aguda transmisible no contagiosa, está caracterizada por espasmos musculares causados por la toxina tetanospasmina producida por la bacteria generada en el sitio de infección y produce una segunda toxina que es una hemolisina lábil al oxígeno. La bacteria produce tetanospasmina cuando crece en condiciones anaerobias y es un habitante común del suelo donde forma esporas que pueden persistir en el medio durante muchos años (Whitlock, 2004; Songer y Taylor, 2006).

El tétanos es una enfermedad que existe en todo el mundo y es más común en zonas muy habitadas sometidas a cultivo intensivo y a crianza de animales. Todas las especies son susceptibles y en algunas ocasiones casi todos los animales mueren, mientras que en otras el índice de mortalidad es de 50% aproximadamente. La transmisión normalmente se da por heridas penetrantes profundas, particularmente los cerdos de todas las edades son susceptibles, sin embargo, la mayoría de los casos se presentan en lechones después de una castración o debido a una infección umbilical asociada a condiciones sanitarias deficientes durante el parto y la lactancia (Songer y Taylor, 2006; Willey *et al.*, 2009). El período de incubación varía entre 3 y 30 días siendo 8 días el

promedio, aunque existen reportes de casos hasta de varios meses, hay que señalar, que éste guarda relación inversa con la cantidad de toxina producida (Radostits *et al.* 2001; Taylor 1999; Songer y Taylor, 2006).

El cuadro clínico de tétanos se caracteriza por signos nerviosos, entre los signos se encuentra los espasmos tetánicos que son notablemente aumentados por estímulos tales como el ruido y el tacto (Radostits *et al.* 2002; Taylor 1999; Willey *et al.*, 2009). Inicia con locomoción rígida, progresa rápidamente y por lo general el cuadro se desarrollada completamente en 1 a 2 días. En general casos con un período de incubación cortos son más agudos curso fulminante con rango de fatalidad alta comparados con casos con periodos de incubación cortos (Songer y Taylor, 2006). Conforme la enfermedad progresa, se presentan otros signos como, orejas erguidas, la cola tiende a extenderla hacia atrás, la cabeza se encuentra ligeramente elevada y en algunos casos puede haber protrusión de la membrana nictitante (Dewey, 2006; Songer y Taylor, 2006).

Posteriormente, los cerdos se postran por los músculos rígidos detectables a la palpación. Finalmente, los cerdos en decúbito lateral presentan opistótonos, con ambas extremidades torácicas y pélvicas dirigidas hacia atrás, además, hay taquicardia, aumento de la tasa de respiración y espuma blanca alrededor de las fosas nasales (Jackson y

Cockroft, 2002; Songer y Taylor, 2006; Willey *et al.*, 2009).

El diagnóstico de esta enfermedad se basa principalmente en los signos clínicos, en la observación de un área obvia de infección como herida de castración o un absceso umbilical, que en muchos casos es aparente y se puede confirmar mediante improntas directa de la herida, y Tinción de Gram (Taylor, 1999; Songer y Taylor, 2006)

En el Frotis directo del exudado de la lesión se puede observar bacterias con morfología típica de *Clostridium tetani* es decir, bacilos Gram positivos con esporas esféricas terminales entre la flora

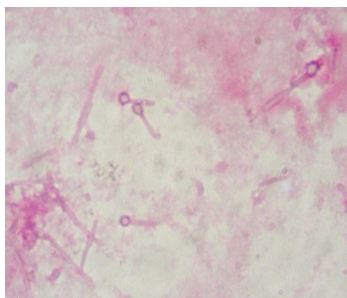


Figura 1. Morfología típica de *Clostridium tetani* bacilos gram positivos con esporas terminales, pa-lillo de tambor ~2000 x. (Frankhauser D.B.2005)

bacteriana existente (Fig. 1) (Radostits *et al.*, 2002; Willey *et al.*, 2009).

El mecanismo de patogenia del Clostri-

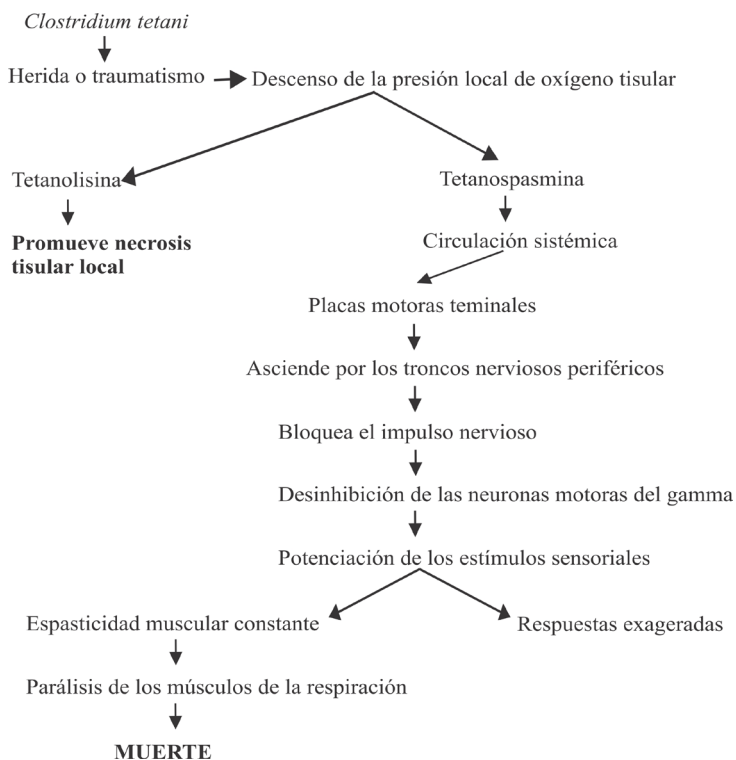


Figura 2. Mecanismo de patogenia del *Clostridium tetani* (Radostits *et al.* 2001).

dium tetani de acuerdo a Radostits *et al.* (2001) se presenta en la Figura 2.

Historia del caso

En la granja porcícola del campus del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA), se presentó un caso de un lechón de 9 días de edad cuya madre parió el día 29 de Marzo del 2011 (camada No. 36) en el corral donde se alojan los animales gestantes debido a que el parto se adelantó a la fecha programada. Por lo tanto los lechones no recibieron las medidas de higiene necesarias, como secado y desinfección de ombligo y nacieron en un medio altamente contaminado con excremento.

Evaluación Clínica

El 5 de abril se detectó en la camada

No.36 que uno de los lechones tenía dificultad para caminar, las extremidades posteriores se encontraban rígidas y tenía dificultad para equilibrarse. Al caer, el lechón ya no podía levantarse y por lo tanto no podía acceder al pezón de la marrana para alimentarse.

El 6 de abril el lechón estaba postrado en decúbito lateral y las 4 extremidades se encontraban extendidas y rígidas hacia atrás, presentaba elevación anormal de la cabeza y de la cola con depresión del lomo. A esta posición se le conoce como opistótonos, ya no podía mantenerse de pie, tenía espasmos tónicos, al tocarlo y al hacer ruido presentaba hiperestesia, cuando se producía el espasmo muscular a la palpación se sentía el aumento de firmeza y rigidez de los músculos, la musculatura superficial se observaba con facilidad, la cola



Figura 3. Se puede observar las extremidades extendidas y rígidas, así como la elevación de la cabeza y la cola con depresión del lomo (opistótonos) signos típicos del tétanos.

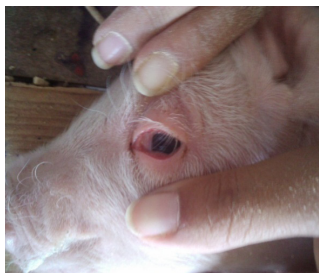


Figura 4. Protrusión de la membrana nictitante siendo uno de los primeros signos del tétanos

estaba extendida hacia atrás y se podía observar la membrana nictitante (Fig. 3 y 4). El cordón umbilical se encontraba tumefacto signo de infección del mismo.

El 7 de abril el lechón continuaba con los mismos signos clínicos y por la tarde falleció.

Diagnóstico Presuntivo

Con base en el historial clínico, el factor de riesgo de haber nacido en un área con presencia de excretas, la edad y los signos clínicos (rigidez de extremidades hacia atrás, opistótonos, espasmos tónicos, hiperestesia y protrusión de la membrana nictitante), y comparado con otros animales de la misma camada que no presentaron signos lo que, indica que no fue enfermedad contagiosa, se puede concluir que el diagnóstico presuntivo es Tétanos.

Toma de Muestra

Después de morir, se realizó la necropsia al lechón. En la inspección externa, se observó el ombligo agrandado (Fig. 4) y por palpación estaba duro. Al realizar la incisión primaria se pudo observar exudado purulento y necrosis en la región del ombligo (Fig. 5 y 6). Se procedió a recolectar muestras de una sección del cordón umbilical y se conservó en formol amortiguado al 10% y se realizaron improntas de la región afectada. La muestra conservada en formol fue enviada al laboratorio de patología y las improntas al laboratorio de bacteriología del CCBA para confirmar qué tipo de lesión tenía el cordón umbilical y detectar la presencia de bacilos gram positivos que presenten esporas característicos del *Clostridium tetani* para confirmar el diagnóstico presuntivo

como menciona la literatura revisada (Taylor, 1999; Songer y Taylor, 2006, Willey, 2009).

Resultados de las pruebas solicitadas al laboratorio

Laboratorio de Patología

Muestra: Sección de cordón umbilical

-D. Histopatológica

Se revisaron secciones de cordón umbilical. En el estroma se apreció proliferación de fibroblastos, fibras de colágeno y capilares sanguíneos, a sí mismo se encontró distribución leve difusa de células polimorfonucleares neutrófilos. En la vena y en las arterias umbilicales se observó necrosis licuefactiva con grandes cantidades de neutrófilos perivasculares e intramurales y hemorragias en el tejido adyacente.

Dx; Cordón umbilical

Vasculitis necrozante aguda severa difusa

Comentario: las lesiones encontradas se asocian a toxinas.

-D. Histoquímica. Tinción de gram

Se revisaron secciones de cordón umbilical donde se detectó gran cantidad de esporas y bacilos gram positivos y escasos bacilos gram negativos, distribuidos principalmente en las zonas de necrosis y en el citoplasma de los neutrófilos, a sí mismo se observan escasos focos bacterianos distribuidos en el tejido perivascular.

Comentarios: las bacterias observadas en los sitios de lesión son compatibles con una infección por *Clostridium sp.*

Laboratorio de Bacteriología

Muestra: Impronta

Análisis: Tinción de gram

Resultado: Presencia de bacilos Gram



Figura 5. Cordón umbilical tumefacto y por palpación se siente duro.



Figuras 6 y 7. Al realizar la incisión se observa la presencia de exudado purulento del cordón umbilical y el color negro del tejido muerto.

positivos de los cuales 2 presentan espora terminal característica típica de *Clostridium tetani*.

Conclusión: Analizando la historia clínica del caso y los resultados de los exámenes solicitados en los laboratorios de patología y bacteriología se concluye que el lechón presento una infección sugestiva a *Clostridium tetani*, siendo la toxina tetánica la que pudo causar la muerte.

Referencias

Clayton W.D. y S.Renvoize, 1986. *Genera Graminum. Grasses of the World.* Kew Bulletin, Additional Serie
 Dewey, C. E. 2006. *Diseases of the Nervous and Locomotor Systems* En:

Straw BE, Zimmerman JJ, D'Allaire S, y Taylor DJ (eds) *Disease of swine*, 9 Th Ed. Blackwell. USA.

Frankhauser, D. B. 2005. *Bacteria on prepared slides. Spore forming bacteria Clostridium tetani* University of Cincinnati Clermont College. Fecha de consulta 6 junio de 2011 en: http://biology.clc.uc.edu/frankhauser/lab/Microbiology/Prepared_Slides/bacterial_Anatomy.htm

Jackson, P. y Cockroft, P. 2002. *Clinical Examination of Farm Animals.* Blackwell oxford, UK.

Radostits, M. O., Gay, C. C., Blood, D. C., Hinchcliff, K. W. 2001. *Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino.* 9 Ed. McGraw Hill. Madrid, España

- Radostits, M. O., Mayhew, J.I.G., Houston, D.M. 2002. Examen y Diagnóstico clínico en veterinaria. Harcourt, Madrid, España.
- Songer, J. G. y Taylor, D. 2006. Clostridial infections En: Straw BE, Zimmerman JJ, D'Allaire S, y Taylor DJ (eds) Disease of swine, 9 TH Edition. Blackwell. USA.
- Taylor, D. J. 1999. Pig Diseases Seventh Edition. St Edmundsbury Press, Great Britain.
- Whitlock, R. H. 2004. Neurotoxicogenic Clostridia. En: Gyles CL, Prescott JF, Songer JG, Thoen CO (Eds) Pathogenesis of Bacterial Infection in Animals, 3th Ed. Blackwell USA.
- Wiley, M.J., Sherwood, L. M, Woolverton, C. 2009. Prescott's Principles of Microbiology. McGraw-Hill. USA.

Los sistemas de producción animal con enfoque social, económico, ecológico y etológico

L. López Burgos¹ y L. Ramírez y Avilés²

¹Cuerpo Académico de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Departamento de Manejo y Conservación Recursos Naturales Tropicales. ²Cuerpo Académico Producción Animal en Agroecosistemas Tropicales. Departamento de Nutrición Animal. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias - UADY.

En la actualidad, uno de los principales problemas que enfrenta la humanidad es la limitada producción y difícil adquisición de alimentos. Esto es así tanto en la calidad como en la cantidad, lo cual se deriva de la interacción de los recursos naturales (flora y fauna) con las actividades antropogénicas (incluyendo

hay que aprovechar plenamente.

La FAO ha concedido la máxima prioridad de desarrollo sostenible de la producción Agropecuaria en sus programas (Seguridad Alimentaria). Así, los Sistemas de Producción Agropecuario en los países en desarrollo deben ir

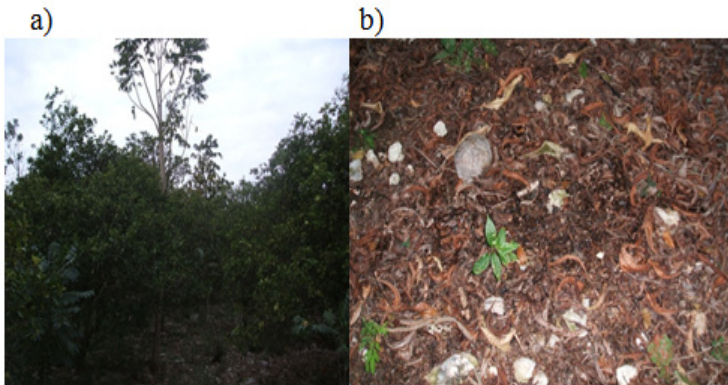


Figura 1. Sistema de producción para la captura de Carbono (a), cobertura del suelo para mitigar la erosión (b).

los aspectos económicos) que afectan la calidad del agua y del suelo y el bienestar animal. Con la población humana mundial en crecimiento (actualmente más de 6 mil millones), no se puede permitir que la producción de alimentos se estanque, por lo que es necesario un aumento más sostenible de la producción agropecuaria. La complementariedad entre los cultivos y la producción animal, permite reciclar los nutrientes y obtener energía y valor agregado lo que

acordes con las condiciones de su impacto económico, ecológico, sociológico y etológico. Los impactos económicos deben tener en cuenta la competitividad internacional del producto final, el cual exige maximizar el uso de los recursos naturales disponibles. La sostenibilidad ecológica requiere de los sistemas de producción una reducción de las emisiones de los principales gases involucrados en el calentamiento del planeta o efecto de invernadero como son el

dióxido de carbono y el metano, la reducción de la contaminación de aguas y suelos y un efectivo control de la erosión (Fig. 1).

El componente etológico se refiere a los efectos de los sistemas de producción sobre el bienestar animal, así como la aceptación y la seguridad en la calidad de los alimentos producidos en estos

minar qué sistema es el más factible para llevar a cabo, considerando los factores socioeconómicos, culturales, la ubicación geográfica y los mercados existentes y emergentes.



Figura 2. Sistema silvopastoril considerando el bienestar animal.

sistemas para el consumidor. El aspecto sociológico de los sistemas implica que se incremente la generación de empleo en el medio rural y que los sistemas de producción propuestos minimicen la dependencia de los alimentos y de los insumos externos, en suma que el sector rural goce de una vida digna.

Los Sistemas agrosilvopastoriles (Fig. 2) pueden contribuir de manera eficiente en la Producción Agropecuaria para mantener la productividad, proteger los recursos naturales, hacer sostenibles los sistemas y satisfacer las necesidades alimenticias y socio-económicas de la población. Es muy importante tomar en cuenta las condiciones propias de cada región y que se requiere caracterizarlas y analizarlas para poder deter-

Ramírez Avilés L¹, López Burgos L², Petit Aldana J¹ y Ku Vera JC¹

¹Cuerpo Académico Producción Animal en Agroecosistemas Tropicales. Departamento de Nutrición Animal. ²Cuerpo Académico de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Departamento de Manejo y Conservación Recursos Naturales Tropicales. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias - UADY.

Antecedentes de la ovinocultura en el trópico

Debido a la baja rentabilidad actual de la ganadería bovina en algunas regiones del trópico, los ganaderos han visto a la ovinocultura como una opción económica. La población ovina mundial es de poco más de 1 056 millones de cabezas (FAO, 1999), de las cuales América Latina contaba con el 8% de dicho inventario. Los sistemas de producción ovina han experimentado recientemente un aumento importante de la población asociado con incrementos en la demanda. Esta situación se hace evidente con el incremento de la población de ovinos en la última década. Aunque dicho incremento en la población no ha sido homogéneo. En este sentido, en Latinoamérica, la población de ovinos fluctúa grandemente entre países. En particular, Uruguay y Argentina han incrementado significativamente sus inventarios en los últimos años. Las razas predominantes para la producción de carne en las regiones tropicales son la Pelibuey y Blackbelly, aunque en fechas recientes se ha dado la introducción de razas especializadas para la producción de carne como la Dorper y la Katahdin.

Sistemas de alimentación

Extensivo tradicional. En los sistemas extensivos, la base de la alimentación de los ovinos consiste en el pastoreo de gramíneas forrajeras (e.g. *Cynodon*

nlemfuensis (pasto estrella), etc.). Dichos sistemas se caracterizan por el uso de grandes superficies de tierra para la producción de pastos y escaso uso de insumos alimentarios disponibles localmente. La carga animal y la ganancia de peso son bajas, las cuales fluctúan entre 70 y los 100 g/an/d, aproximadamente, dependiendo de la calidad del pasto. En algunas unidades de producción tradicionales se tiene una producción agropecuaria diversificada, en la que se combina la producción agrícola, ovina, bovina, aves y cerdos, escasa inversión, alto uso de insumos locales, y baja utilización de insumos externos; aunque este sistema tradicional es menos común. La carga animal constituye uno de los elementos claves para el manejo de todo el sistema, la que tiende a ser, por lo general, superior a la capacidad real de producción de forraje del predio, lo que resulta en una pérdida de especies forrajeras deseables y en la aparición de especies indeseables. Ésta situación se agrava en el periodo de pariciones y posteriormente al destete. Asimismo, este problema se acentúa en los sistemas de monocultivo, ya que en aquellos en donde se incorpora el componente arbóreo, la presión de pastoreo es menor. Es importante resaltar que, el ajuste de la intensidad o tiempo de pastoreo a la disponibilidad estacional de forraje seguramente resultará en un balance apropiado de las especies deseables.

Uso de suplementos. En Latinoamérica, existen sistemas intensivos de producción ovina con incorporación de niveles altos de granos (>70%) en la ración y utilización de anabólicos para aumentar la síntesis de proteína en el cuerpo. No obstante, también se tiene sistemas menos intensivos en los que la ganancia de peso es baja (188 g/an/d, para el tratamiento con 300 g de concentrado), con respecto a los sistemas intensivos, la rentabilidad es buena (Cuadro 1). Una opción para reducir el costo de la alimentación de los ovinos es mediante la incorporación de los frutos y follaje de árboles y arbustos en la ración. Por ejemplo, en Honduras, Moscoso et al. (1995) incorporaron el fruto de

Enterolobium cyclocarpum (guanacaste, parota) en la alimentación de ovinos de pelo. La ganancia de peso y el rendimiento son razonables para un nivel de incorporación de 36% de harina del fruto de *E. cyclocarpum* en la ración (Cuadro 2). De igual manera, el follaje de muchas especies arbóreas tropicales contiene cantidades aceptables de proteína cruda (PC), por lo que tienen buen potencial para ser empleadas en la alimentación ovina (Cuadro 3).

Los resultados señalados anteriormente ilustran el potencial que los nutrientes contenidos en el follaje y frutos de árboles y arbustos tropicales y las diferentes estrategias de pastoreo tienen

Cuadro 1. Comportamiento productivo de ovinos Ovin Martinik en pastoreo de *Digitaria decumbens* y suplementados con diferentes niveles de concentrado en Guadeloupe, Francia (Archimide et al., 2008).

Parámetros productivos	Nivel de suplementación con concentrado (g/animal/d)			
	0	150	300	600
Consumo total, g MS/d	917	959	1055	1140
Consumo de forraje, g MS/an/d	917	828	794	618
Digestibilidad, %	65	68	70	73
Ganancia de peso, g/d	143	166	188	203
Conversión alimenticia	7:1	6:1	5.7:1	5.7:1
Peso al sacrificio, kg	33.6	33.0	34.6	35.1
Rendimiento en canal, %	39	41	42	46

Concentrado en forma de pellets que contiene: maíz 68%; soya 15%; salvado de trigo 11%; urea 1%; vitaminas y minerales 5%; materia seca (MS) 92%; proteína cruda 16.5%

Cuadro 2. Consumo, ganancia de peso y rendimiento de la canal en ovinos Katahdin x Dorper alimentados con diferentes niveles del fruto de *E. cyclocarpum* en la ración (Moscoso et al., 1995).

Índices productivos	Concentración (%) de harina del fruto de <i>E. cyclocarpum</i>				
	0	12	24	36	Promedio
Peso Inicial-Final, kg	21.0-33.7	21.0-35.0	21.0-33.7	21.1-33.8	21.0-34.1
Consumo, g MS kg/an/d	1480	1520	1540	1610	1540
Ganancia de peso, g/d	223	346	223	223	229
Rendimiento, %	49.7	49.0	49.3	49.8	49.5

Cuadro 3. Composición química (%) de algunas especies de árboles y arbustos.

Especies	Componente			
	MO	PC	FDN	FDA
<i>B. alicastrum</i>	90.4	15.7	37.5	28.5
<i>G. ulmifolia</i>	77.5	18.1	45.1	28.9
<i>G. sepium</i>	91.5	19.3	35.7	21.8
<i>L. leucocephala</i>	91.9	18.6	34.6	18.2
<i>E. mexicana</i>	92.2	12.4	50.6	32.4
<i>C. houstoniana</i>	90.2	12.9	48.4	35.6
<i>G. sepium</i>	95.0	13.5	41.1	20.0

para la producción ovina. La deforestación de amplias superficies no tiene porque continuar únicamente para establecer pastos de mediano a bajo valor nutritivo. Los sistemas agroforestales representan una opción viable para el establecimiento de sistemas de producción ovina menos agresivos con los recursos naturales disponibles.

Sistemas agroforestales en el trópico

Como una alternativa a la agricultura convencional, la agroforestería es una tecnología única ya que orienta simultáneamente necesidades medioambientales, económicas y sociales. La agroforestería puede contribuir a reducir la tasa de deforestación, a conservar la biodiversidad, a mantener la integridad de las cuencas o zonas de amortiguamiento, y la estabilidad del clima. Nair (1985) formula un sistema de clasificación que agrupa y clasifica los sistemas agroforestales de acuerdo a criterios sobre bases estructurales, funcionales, socioeconómicas y ecológicas. Las bases estructurales pueden ser explicadas desde el punto de vista de sus componentes de dos formas: en

cuanto a su naturaleza y al arreglo de los componentes del sistema.

En cuanto a la naturaleza de los componentes, hay tres grupos de elementos básicos que son manejados por el hombre, el árbol (componente leñoso), el componente herbáceo (cultivos agrícolas, incluyendo especies de pasto) y el componente animal. De interés particular son los Sistemas Silvopastoriles (SSP) que son una opción de producción pecuaria donde leñosas perennes interactúan con los componentes tradicionales (i.e. forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral. La incorporación de leñosas perennes dentro de las fincas ganaderas pueden proporcionar un rango de beneficios ambientales, sociales y económicos a los productores entre los que se pueden mencionar los siguientes: 1. Alimento animal; 2. Reducción del riesgo de producción; 3. Productividad del suelo; 4. Estrés climático; 5. Conservación de la biodiversidad; 6. Fijación del carbono.

Los principales arreglos de árboles en pasturas de los sistemas silvopastoriles se mencionan a continuación: 1. Producción animal bajo plantaciones

forestales o plantaciones de frutales; 2. Bancos forrajeros puros o en policultivos de varios estratos.

Sistemas agroforestales con ovinos

Plantaciones forestales y frutales.

El pastoreo bajo plantaciones forestales es una alternativa que permite diversificar la producción y vuelve más atractivos los programas de reforestación, gracias a la generación de ingresos tempranos, y a la reducción de los costos en el control de malezas durante los primeros años. La combinación temporal de producción forestal con pastos es ampliamente usada en los trópicos. Dependiendo del tipo de bosque y de la carga animal pueden apreciarse diferentes grados de intensidad entre el pastizal de bosque y el bosque o plantación pastoreada. Esta es la razón del porqué el componente forestal tiene una función de producción, tal es el caso del pastoreo temporal en plantaciones de pino, o puede tener sólo importancia ambiental como es el caso de servir de sombra y refugio para el ganado. Las especies forestales usadas para esta asociación temporal por pastizales, son los pinos tropicales, preferiblemente: *Pinus radiata* y *P. caribaea* y especies de maderas duras: *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Gmelina arborea* (Combe, 1982).

El manejo de este sistema, en términos de la carga animal, movilidad de animales entre potreros, está en función directa de la densidad de árboles y su arreglo espacial, ya que estos factores inciden en la producción de forraje. En este sistema se aprovechan las plantaciones (rodales) forestales o de frutales para el pastoreo de animales. Entre los casos más difundidos está el pastoreo

en plantaciones de mango (*Mangifera indica*), cítricos (*Citrus* spp.), palma aceitera (*Elaeis guineensis*), coco (*Cocos nucifera*), Pejibaye (*Bactris gassipaes*), hule (*Hevea brasiliensis*), marañón (*Anacardium occidentale*), guayaba (*Psidium guajaba*) y pino (*Pinus* spp.). Otras modalidades son las plantaciones de árboles maderables en linderos de pasturas, que es un sistema cada vez más utilizado en las fincas ganaderas, donde se establecen árboles de valor maderable comercial como caoba (*Swietenia* spp.), cedro (*Cedrella* spp.), teca (*Tectona grandis*), en hileras contiguas a los límites de las parcelas con pasturas. Couto *et al.* (1994), pastoreando bovinos y ovinos bajo una plantación de *Eucalyptus citriodora* encontraron efectos negativos en la compactación del suelo, con el aumento de la carga animal, sobre todo en la capa superficial, hasta los 15 cm de profundidad. Por otro lado, sus resultados también muestran claras ventajas del uso de ovinos para minimizar ese problema. Ambos trabajos demuestran que los efectos de la presencia de animales pastoreando bajo eucaliptos varían, en cada caso, dependiendo del tipo de suelo y de los animales, además del manejo.

Las plantaciones de forestales presentan el problema de la invasión de malezas, lo cual se considera crítico hasta el cierre de las copas de los árboles. La deshierba puede ser manual, mecánica o química. Considerando que la solución del problema presenta tres alternativas: manual o mecanizado, uso de herbicidas o la implementación de los sistemas silvopastoriles, Almeida (1991) realizó una investigación en la que las dos primeras fueron desechadas pronto, debido a limitaciones de mano de obra y el perjuicio ambiental, respec-

tivamente. El trabajo se realizó en una plantación de *E. citriodora*, en el Estado de Minas Gerais, Brasil, dominada por pasto guinea. Almeida señala que, el porcentaje de árboles dañados no fue influenciado por la presencia de los animales; hubo compactación del suelo, sólo evidente en las capas superficiales; ninguno de los tratamientos afectó el crecimiento, altura o diámetro del eucalipto, mientras que la asociación redujo el costo de establecimiento y mantenimiento del bosque.

La incorporación del componente animal en los sistemas agroforestales podría traer consigo varios problemas potenciales. En este sentido, el impacto negativo directo del animal sobre las especies arbóreas puede ser detrimental sobre el sistema en su conjunto. Por ejemplo, se ha reportado que ovinos en pastoreo de árboles de caoba tienen la tendencia de consumir la corteza y parte del follaje, cuando los árboles son muy jóvenes; se ha propuesto que a través del mejoramiento de la calidad del estrato herbáceo es factible minimizar este impacto negativo; no obstante, esta práctica no está completamente validada, lo que representa un tema importante de investigación aplicada. De igual manera, la introducción de animales en la fase temprana de establecimiento, podría resultar en una destrucción del componente forestal; es común que el ovino sea introducido a una plantación forestal cuando ésta ha alcanzado una altura aproximada de 1.5 m y los árboles se encuentren bien arraigados, lo cual ocurre por lo general después de 12 meses. Esta decisión del momento de introducir el componente animal al sistema, así como el manejo del pastoreo (e.g. tiempo de ocupación y descanso, carga animal) constituyen

elementos clave para el óptimo manejo del mismo. Otro factor importante para el manejo del sistema en su conjunto es la densidad de especies forestales, ya que al incrementarse se propicia una reducción de la producción de forraje, por lo que la recomendación sería mantener poblaciones forestales bajas que permitan el desarrollo de las especies herbáceas forrajeras; no obstante, en algunos casos es necesario tener plantaciones densas, como por ejemplo en las plantaciones de eucalipto para la producción de madera para pulpa, el uso de callejones de especies herbáceas alternadas con la plantación forestal podría ser la opción a seguir.

Por otra parte, cuando la ganadería es un complemento de la actividad forestal, se presentan algunas ventajas tales como: un aumento de ingresos, diversificación de la empresa y control de riesgo, aprovechamiento más uniforme de la mano de obra, en especial si se incorpora ganado de ordeño. Cualquier manejo aplicado al componente herbáceo tiene efectos colaterales sobre las leñosas y viceversa (control de malezas, fertilización) y mayor estabilización del suelo. Todo lo anterior se refleja en mayor rendimiento en las plantaciones por mejora en el control de malezas, mayor eficiencia en el reciclaje de nutrientes, incremento de N en el suelo, cuando la herbácea es una leguminosa. Asimismo, se presentan desventajas en este tipo de sistema tales como: La competencia por luz, agua y nutrientes afecta la productividad de la vegetación herbácea, las forrajeras pueden atraer plagas o ser vectores de enfermedades que atacan las leñosas, la caída de ramas o árboles puede dañar cercas, los animales en pastoreo pueden causar daños a las leñosas, la aplicación de algunas

prácticas de manejo (e.g. control químico de malezas), la regeneración natural de las leñosas se puede ver interferida por el consumo animal o la competencia de la vegetación herbácea. Sin embargo, se pueden realizar algunas acciones para la introducción de árboles, contiguos a áreas de pastoreo, como forma de inversión a largo plazo, para producir madera y como zonas de protección y sombra para los animales en pastoreo en donde los árboles se pueden proteger mediante exclusión durante estadios juveniles.

Aunque con una habilidad menor en su capacidad ramoneadora que los caprinos, los ovinos son también selectivos en su alimentación, ya que prefieren las hierbas y arbustos en lugar de los pastos. Los ovinos tropicales compensan sus limitaciones de ramoneo (el no poderse levantar en dos patas) con largas caminatas en busca de la dieta adecuada. Los ovinos son particularmente útiles para el control de la vegetación herbácea en plantaciones (e.g. palma aceitera, caucho, cítricos, etc), ya que reducen los costos de mantenimiento y proporcionan ingresos adicionales (Sánchez, 1995).

Bancos de árboles forrajeros. Es un sistema de cultivo, en el cual las leñosas perennes o las forrajeras herbáceas crecen en bloques compactos de alta densidad, con el objetivo de incrementar la producción de forraje de alta calidad nutritiva. Si la especie forrajera tiene más de 15% de proteína cruda, el bloque se denomina un banco de proteína; si presenta altos niveles de energía digerible (más de 70% de digestibilidad) el bloque constituye un banco energético. Si cumple los dos requisitos anteriores, se denomina un banco energético

– proteico. El banco de proteína es la forma más intensiva de producción de forraje de plantas leñosas y consiste normalmente en la plantación en monocultivo de especies de árboles o arbustos de alto valor nutritivo y alta capacidad de rebrote después del aprovechamiento. Los sistemas de corte y acarreo están difundidos por todo el mundo en desarrollo, en especial en condiciones de predios pequeños, regiones montañosas o con dominio de la agricultura, en especial en países con alta población humana. En varios países de América Latina existe una importante trayectoria de investigación, transferencia y los trabajos empíricos con ganaderos y comunidades campesinas sobre sistemas de corte y acarreo para alimentación de ovinos. Los policultivos para corte obedecen a la combinación de la tradición campesina de asociar cultivos con la inclusión de especies forrajeras para corte - acarreo y a la preocupación de los investigadores por evitar los riesgos de los monocultivos y probar las mezclas de forrajes en la alimentación. Las modalidades son heterogéneas, desde una simple asociación de dos arbustivas en un sólo estrato (e.g. *Gliricidia sepium* con *Morus* spp); dos arbóreas en dos estratos (e.g. *Erythrina edulis* con *Trichanthera gigantea*); una gramínea de corte con una arbórea (e.g. *Axonopus scoparius* con *T. gigantea*), hasta la combinación de varias especies de plantas para fines forrajeros (rastreras, enredaderas, arbustos y árboles) en diferentes formas y arreglos en el tiempo y el espacio.

El establecimiento de bancos forrajeros es complejo, se deben considerar las características de las especies a utilizar (calidad nutritiva, palatabilidad, capacidad de rebrote, etc.); adaptación

al ecosistema (elevación, precipitación, tipo de suelo, etc.); y considerar el sitio donde establecerlos dentro de la finca, el arreglo espacial y la técnica de siembra (vivero, pseudo-estacas, etc.). Las decisiones sobre el manejo de los mismos deben incluir niveles y formas de fertilización, tiempo hasta la primera defoliación, altura y frecuencia de las podas. Por lo general, se puede establecer un banco de proteína en un área del 20 a 30% del terreno utilizado para pasturas, dependiendo por supuesto de la productividad y el número de animales a suplementar. Lo recomendable es que el banco de proteína esté en un sitio cercano a donde se debe llevar el forraje cosechado (caso de corte y acarreo), o donde se podría controlar en una forma más eficiente el ramoneo si se utiliza bajo esta modalidad. Esta localización cercana permite reducir los costos de manejo del banco de proteína (Camero e Ibrahim, 1995). Para el manejo de Bancos Forrajeros, se debe considerar que el efecto de la competencia por nutrientes es fuerte, debido a la alta densidad de plantación. Bajo la modalidad de "corte y acarreo", se espera que la fertilidad del suelo será el factor más tempranamente limitante de la productividad.

Una de las mayores dificultades que enfrenta la producción de ovinos bajo pastoreo en gramíneas es el parasitismo gastrointestinal y la resistencia de los parásitos a los antihelmínticos. En los sistemas de corte y acarreo, este problema se reduce notoriamente. Con el uso de leguminosas herbáceas y arbustivas en sistemas de silvopastoreo, por un lado, se puede mejorar el estado nutricional de los ovinos y por el otro se restringe el ciclo de los parásitos al estar las larvas en las heces, más lejanas a los puntos de consumo del fo-

rraje. Espinoza *et al.* (1999), y Palma y Román (2008) evaluaron el consumo y la utilización de *L. leucocephala* en pastoreo con ovinos, recomendando la utilización agronómica de dicha leguminosa con diferentes combinaciones en cuanto a la altura de corte y el intervalo entre cortes. Se ha reportado una relación inversa entre la altura de corte y el porcentaje de utilización de *L. leucocephala*, siendo la altura óptima 1 m (Palma y Román, 2008). Espinoza *et al.* (2001) realizaron un estudio para determinar el patrón de utilización del pasto estrella de Puerto Rico y la ganancia de peso en corderos recién destetados con el uso de un banco de *L. leucocephala*, bajo un sistema de pastoreo. Estos autores establecieron dos tratamientos: T1: Pastoreo en pasto estrella (Testigo) y T2: Pastoreo en pasto estrella más banco de proteína de dos hectáreas, dividido para realizar una rotación de siete días de ocupación y 21 días de descanso y acceso de dos horas diarias de los animales al banco de proteína con una carga animal de 2.5 UA/ha, utilizando 18 corderos recién destetados de las razas West African y Barbados Black Belly, encontraron una ganancia diaria de peso en la asociación pasto estrella más banco de *L. leucocephala* superior en los corderos de T2 (116 g/día). La principal conclusión de este estudio fue que el banco de proteína influyó sobre el patrón de consumo de la gramínea *C. nlemfuensis* y que pueden ser una alternativa para disminuir las pérdidas de peso por estrés en corderos recién destetados.

Beneficios y áreas de oportunidad

La remoción excesiva y constante de vegetación en el caso de la ganadería resulta en un desbalance de nutrimentos.

tos dejando los suelos sin suficientes reservas para mantenerse productivos. El problema se agudiza cuando los nutrimentos “cosechados” no son, aunque sea en parte, regresados a su lugar de origen. Los sistemas de ganadería extensiva, con base en pastizales, se mantienen productivos los primeros años, pero son de mala calidad, principalmente deficientes en N e insuficientes en producción de forraje en la época de secas. Estos sistemas deben tener el potencial de aportar nutrimentos a los sistemas de producción animal principalmente de proteína, ya que ésta es considerada el factor principal que limita la producción animal en los trópicos. Las especies arbustivas juegan un papel principal en la fertilidad de los suelos ya que incorporan N atmosférico y reciclan cantidades importantes de nutrimentos por medio de la producción e incorporación de hojarasca al suelo (Chikowo *et al.*, 2006; Sileshi y Mafongoya, 2007). Estudios recientes indican que las arbustivas cuando crecen en callejones producen aproximadamente 20 ton/ha/a (en base seca) de forraje conteniendo alrededor de 358 kg de N, 28 kg de P, 232 kg de K, 144 kg de Ca (Palm, 1995). Leguminosas como *L. leucocephala* tienen la capacidad de liberar en un tiempo corto más del 50% del contenido total de nutrimentos como el N, P y K cuando se incorporan al suelo (Bossa *et al.*, 2005), lo cual indica la excelente calidad de la biomasa que estas especies poseen para ser utilizadas en la recuperación de suelos degradados.

Adicionalmente, las arbustivas como *L. leucocephala* y *M. oleifera* son especies de rápido crecimiento que producen considerables cantidades de biomasa de excelente calidad para alimentar animales (e.g. rumiantes y monogástricos),

principalmente como suplemento de pasturas en la época de escasez (Gutteridge y Shelton 1994). *L. leucocephala* puede fijar aproximadamente el 70% del N (Van Kessel *et al.*, 1994). Si se considera que, en sistemas asociados se incrementan los niveles de N, por consiguiente también se incrementa el área foliar y la captura de luz y fotosíntesis y por tanto se incrementa la calidad y producción total del sistema (Smethurst *et al.*, 2003). En sistemas silvopastoriles de baja productividad y en aquellos sometidos a defoliación directa de los animales, la extracción de nutrimentos es generalmente baja, por lo que el reciclaje es un mecanismo eficaz de prevenir una pérdida rápida del potencial productivo del sistema. En cambio en aquellos sistemas con altos niveles de extracción, como es el caso de los bancos forrajeros, usualmente se deben aplicar altos niveles de fertilización (química u orgánica) para mantener la productividad (Pezo e Ibrahim, 1998).

Conclusiones

Los sistemas agroforestales proporcionan una oportunidad para modificar el ciclo de nutrientes a través del manejo, cuando se comparan con sistemas agrícolas, el cual resulta en el uso más eficiente de los nutrimentos del suelo, sin agregados externos (tal como los fertilizantes) o la disponibilidad a través de procesos naturales.

Referencias

- Almeida, J.C.C. 1991. Comportamento do *Eucalyptus citriodora*, em áreas pastejadas por bovinos e ovinos no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. 44p. *Agroforestry Systems* 2:1-10.
- Archimede, H., Pellonde, P., Despois,

- P., Etienne, T. y Alexandre, G. 2008. Growth performances and carcass traits of Ovin Martinik lambs fed various ratios of tropical forage to concentrate under intensive conditions. *Small Ruminant Research*. 75:162-170.
- Bossa, J.R., Adams, J.F., Shannon, D.A. y Mullins, G.L. 2005. Phosphorus and potassium release pattern from leucaena leaves in three environments of Haiti. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 73: 25-35
- Camero, A. y Ibrahim, M. 1995. Bancos de proteína de poró (*Erythrina berteriana*) y madero negro (*Gliricidia sepium*). *Agroforestería en las Américas*. Año 2. N° 8. 31-32.
- Calzadilla, E., Torres, J., y Ferrer, A. 1992. Los Sistemas Agroforestales en la República de Cuba. *La Habana. Rev. Forestal Baracoa* 22(1):59-71.
- Chicowo, R., Mapfumo, P., Leffelaar, P.A. y Giller, K.E. 2006. Integrating legumes to improve N cycling on smallholder farms in sub-humid Zimbabwe: resource quality, biophysical and environmental limitations. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 76: 219-231
- Combe, J. 1982. Agroforestry techniques in tropical countries: potential and limitations. *Agroforestry Systems*. Martinus Nijhoff/ Dr. W. Junk Publishers. La Haya, Holanda. N° 1, p. 13-27.
- Couto, L., Roath, R.L., Betters, D.R., García, R. y Almeida, J.C.C. 1994. Cattle and sheep in eucalyptus plantations: a silvopastoral alternative in Minas Gerais, Brazil. *Agroforestry Systems*. 28:173-185.
- Espinoza, F., Tejos, R., Chacón, E., Arriojas, L. y Argenti, P. 1999. Producción, valor nutritivo y consumo por ovinos de *Leucaena leucocephala*. III. Utilización y consumo. *Zootecnia Tropical*, 17: 213-227.
- Espinoza, F.R., Araque C., León L., Quintana H. y Perdomo E. 2001. Efecto del banco de proteína sobre la utilización del pasto estrella (*Cynodon lemfuensis*) en pastoreo con ovinos *Zootecnia Tropical*. 19 (Supl. 1): 307-318.
- FAO, 1999. Internet: <http://APPS.FAO.org>
- Gutteridge, R.C. y Shelton, H.M. 1994. Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International, Wallingford, UK.
- Moscoso, C., Vélez, M., Flores, A. and Agudelo, N. 1995. Effect of guanacaste tree (*Enterolobium cyclocarpum* Jacq. Griseb) fruit as replacement for sorghum grain and cotton-seed meal in lamb diets. *Small Ruminant Research*. 18:121-124.
- Nair, P.K.R. 1985. Classification of Agroforestry System. *Agroforestry Systems*. 1:97-128.
- Palm, C.A. 1995. Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants. *Agroforestry systems*, 30:105-124.
- Pezo, D. y Ibrahim, M. 1998. Sistemas silvopastoriles. CATIE, Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, Turrialba, Costa Rica. 276 pp.
- Palma, J.M. y Roman, L. 2008. Cambios en la conducta ingestiva de los ovinos al modificar la altura inicial de pastoreo de *Leucaena leucocephala*. *Zootecnia Tropical* 26: 371-374.
- Sánchez, M.D. 1995. Integration of livestock with perennial crops. *World Animal Review* 82(1):50-57.
- Sileshi, G. y Mafongoya, P.L. 2007. Quantity and quality of organic inputs from coppicing leguminous trees influence abundance of soil macrofauna in maize crops in eastern

- Zambia. Biology fertility Soils, 43: 333-340.
- Smethurst, P., Baillie, C., Cherry, M., y Holz, G. 2003. Fertilizer effects on LAI and growth of four Eucalyptus nitens plantations. Forest Ecology Management. 176: 531-542.
- Van Kessel, C., Farrel, R. E., Roskoski, J.P., y Keane, K. M. 1994. Recycling of the naturally occurring ^{15}N in an established stand of *Leucaena leucocephala*. Soil Biology Biochemistry. 26: 757-762.

Importancia de la transferencia de tecnología al sector ganadero

Juan G. Magaña Monforte

Cuerpo Académico de Reproducción y Mejoramiento Genético. Departamento de Reproducción Animal. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias - UADY.

Si se entiende por tecnología como “el conjunto de técnicas, métodos y procedimientos, que sirven para el diseño y construcción de objetos mediante la ciencia para satisfacer las necesidades humanas” o “la aplicación de la ciencia especialmente con objetos industriales o comerciales, por ejemplo producción animal” entonces este concepto en la ganadería comprende al conjunto sistematizado de los procesos y conocimiento utilizados en la producción, distribución, comercialización y uso de productos originados en el sector ganadero mediante el uso racional de insumos y el ahorro de sus recursos. Un ejemplo de lo anterior, sería la forma de manejar la alimentación, la reproducción, la salud y a las razas del ganado para producir carne y leche de manera competitiva y rentable de manera amigable con el ambiente.

A partir de 1980, México se enfrenta de manera recurrente a diversos problemas que han afectado al sector pecuario, en consecuencia a la economía y a la sociedad, provocando desempleo, bajos niveles de producción y productividad, así como el deterioro de los recursos naturales. En 1994, ante la apertura de mercados con los países del norte, la Confederación Nacional Ganadera señaló que el rezago tecnológico de México era equivalente a más de 25 años en comparación a los EEUU y Canadá. Por lo tanto, una alternativa para incrementar la productividad y rentabilidad de los sistemas ganaderos del país

debería ser a través de la adopción y utilización integral de las nuevas tecnologías ganaderas.

En Yucatán, existen más de 60 asociaciones ganaderas integradas por 16 mil socios y predios ganaderos. La principal zona ganadera del estado es la región oriente y está integrada por 4,500 socios y el 92% de estos manejan entre 35 y 40 animales por predio. En las otras dos zonas la mayoría de los predios ganaderos son entre 20 y 40 animales. Estudios económicos de las zonas sur y oriente del estado han demostrado muy baja rentabilidad y algunas veces operan con pérdidas.

Aunado a lo anterior, algunos indicadores del comportamiento del ganado, señalan que la tasa de parición anual es menor al 65% y mortalidad mayor al 10%, el peso vivo al destete de 170 kg a ocho meses de edad, dando como resultado que cuatro de cada diez vacas son improproductivas anualmente. Con respecto a la leche, la producción promedio estatal por vaca es de 1,322 litros en 225 días, lo que resulta en un promedio diario de 5.8 litros y 461 días de intervalo entre partos. Estos resultados revelan la existencia de grandes oportunidades para mejorar la producción de carne y leche en el estado. Sin embargo, la producción bovina, se desarrolla bajo una diversidad de condiciones y niveles tecnológicos de producción, que van desde aquellos que dependen únicamente de los forrajes a temporal como base de

la alimentación hasta aquellos que se mantienen con forrajes mejorados bajo riego, fertilización y uso de suplementos o concentrados.

Un estudio reciente efectuado en el sistema de producción de destetes indica que el 15% tienen un nivel tecnológico bajo, el 65% de nivel intermedio y el restante con nivel tecnológico alto. Sin embargo, se ha encontrado que en predios con niveles tecnológicos intermedios, bajo un seguimiento durante dos años, que el problema no es o no la disponibilidad de las tecnologías, sino más bien la forma en que éstas son utilizadas. En esos predios, solamente con la adecuación sobre el uso de tecnologías o la introducción estratégica de algunas otras se registraron cambios hasta en un 25% más de concepción anual y más del 10% en kilogramos de destetes por vaca en el ható. Estos cambios muestran la importancia de la transferencia de tecnología bajo el concepto de que ellas se mantengan bajo uso permanente en los ranchos y su uso se vaya reajustando según las necesidades y oportunidades, con la finalidad de hacer más eficiente y rentable el uso de los recursos.

Preparación de toros celadores mediante la resección del ligamento apical dorsal del pene

Víctor M. González Vizcarra¹, Eduardo M. Sierra Lira², Jose A. Erales Villamil², Jorge L. Puerto Nájera²

¹Instituto de Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California,

² Cuerpo Académico de Salud Animal, Departamento de Salud Animal, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias - UADY.

Resumen

Se presenta una técnica quirúrgica sencilla para preparar toros celadores para programas de reproducción animal y mejoramiento genético. Las experiencias obtenidas indican su utilidad en toros de cualquier raza, considerando las variaciones anatómicas entre *Bos taurus* y *Bos indicus*. La técnica de resección del ligamento apical dorsal del pene se practica en posición de decúbito lateral, utilizando para sedación Xilazina (0.025 mg/kg de peso vivo), IM. y anestesia local. Consiste en localizar el rafe ventral, sobre la mucosa peniana, donde inicia la porción libre del pene y el Ligamento Apical Dorsal (LAD) y se practica una incisión de 3 cm del anillo de reflexión craneal de la mucosa prepuccial hasta evidenciar el ligamento. Por la incisión, se exterioriza el pene y se sujeta, seguidamente se hace un pequeño corte al tejido anexo que mantiene unido al LAD al cuerpo del pene para separarlo. El ligamento apical, ya expuesto, se secciona transversalmente con tijera de Mayo recta y se extirpa un segmento de 2.5 a 4 cm aproximadamente. Por último, se sutura la mucosa con vicryl y la piel con nylon, y se aplica curación tópica por siete días. Los animales sometidos a cirugía tienen generalmente una excelente recuperación, integrándose a su actividad a las tres semanas de ser intervenidos.

Introducción

México cuenta con una industria ganadera de significativa importancia económica, en pleno desarrollo comercial y con un amplio mercado. El Médico Veterinario Zootecnista requiere actualización permanente en la actividad zootécnica. La modificación quirúrgica del pene de toros tiene como objetivo incapacitar a un macho para realizar la cópula, lo cual no impide que el animal presente la conducta sexual normal de búsqueda e intento de monta a las hembras en celo. Para tal fin, la cirugía es útil en los programas de manejo reproductivo del hato para detección y marcaje de celos en las hembras sexualmente maduras, sirviendo a los inseminadores como un mecanismo para señalar los animales aptos y el momento idóneo para la fertilización. Estos toros reciben el nombre común de “celadores” o “detectores de celos”, convirtiéndolos en instrumentos de gran utilidad para mejorar los porcentajes de gestación y nacimientos en los hatos.

De acuerdo con las características raciales que presentan las razas *Bos taurus* y *Bos indicus* se pueden aplicar diferentes técnicas quirúrgicas (Fubini y Ducharme, 2005) como la desviación del pene con la vaina de piel íntegra y la traslocación del pene por túnel lateral subcutáneo, las cuales se han usado por mucho tiempo en el campo veterinario;

sin embargo, existen algunos inconvenientes relacionados con la agresividad en el manejo quirúrgico de los tejidos y por lo tanto en la recuperación postoperatoria (Blanco *et al.*, 1992; Hendrickson, 2007). Por ese motivo, se han probado otras técnicas que aseguran una pronta recuperación del animal y el inicio anticipado a sus funciones productivas, una de ellas es la resección del ligamento dorsal apical del pene, la cual requiere de un mínimo trauma a los tejidos y ofrece una pronta cicatrización. El objetivo del estudio fue presentar una técnica quirúrgica con mínimo trauma, pronta recuperación postoperatoria y económica, útil para proveer de toros celadores a los programas de reproducción animal y mejora genética.

Métodos

Población de estudio

Se operaron siete toros de 30-36 meses de edad, de razas *Bos taurus* x *Bos indicus*, con un peso vivo promedio de 400 kg, procedentes de ranchos de los estados de Baja California y Yucatán.

Sedación y anestesia

Para la tranquilización y relajación muscular de los toros se aplicó xilicina (0.025 mg/kg), por vía intramuscular. La piel del área operatoria se lavó con jabón quirúrgico, depiló y embrocó dos veces con gasas saturadas de Yodo espuma (Betadine®), frotándose vigorosamente y retirando el exceso del producto con alcohol de caña. Posteriormente, en un primer tiempo, se aplicó 5 ml de Lidocaína al 2% con epinefrina (Xilocaina®) por infiltración, en zona donde se incidió la piel del prepucio y en un segundo tiempo, ya con el pene dislocado de la cavidad prepucial, 1.5 ml a

cada lado del Ligamento Apical Dorsal (LAD) asegurándose de proporcionar un leve masaje en sitio y de que la profundidad de la aguja hipodérmica llegó ligeramente por debajo del grosor del LAD, mismo que se mantuvo sujetó entre los dedos, para control del proceso.

Técnica quirúrgica

Con el toro en posición de decúbito lateral y el pene sujeto, se procedió a localizar a través de la piel el rafe ventral de la mucosa peniana y se sujetó el LAD con un fuerte pellizco profundo. Ya identificado el rafe, se introdujo al conducto prepucial un Clamp intestinal curvo de 30 cm de largo con las puntas protegidas con tubo de látex, para señalar con las puntas el sitio donde se realizó la incisión en piel con bisturí, sub-mucosa y mucosa, de esta manera se protegió el cuerpo del pene, colocándose posteriormente dos pinzas de Allis a cada lado del borde de la incisión, dejándolas colgar por su propio peso, con el objeto de facilitar el manejo de los planos anatómicos inferiores. A través de la herida se exteriorizó el pene y se practicó otra incisión, utilizando bisturí, a 3 cm del anillo de reflexión craneal de la mucosa prepucial, en dirección al glande, comprometiendo únicamente la mucosa y sub-mucosa, hasta evidenciar el ligamento. Se practicó un pequeño corte del tejido anexo al LAD para pasar a través de éste, una pinza hemostática, hasta alcanzar el lado contrario, con la finalidad de separar el ligamento del cuerpo del pene separándolo en una extensión de 3 a 5 cm aproximadamente (Figura 1). El ligamento apical ya expuesto, se seccionó transversalmente con tijera de Mayo recta, retirando un segmento del mismo tamaño que la incisión practicada (2.5-4 cm). Durante el procedimiento no se presentó sangrado

abundante, la herida de la mucosa se reconstruyó con sutura sintética absorbible (Vicryl®), calibre doble cero (Figura 2), usando puntos simples separados. De igual forma, en piel se aplicaron puntos simples, con sutura no absorbible tipo nylon (Dermalon®), calibre 0 (Figura 3). Finalmente, se higienizó perfectamente la zona operada y aplicó sobre la herida nitrofurazona en gel (Furacin®) durante siete días.

gramas de mejora genética a través del uso de la inseminación artificial. Con el avance de la tecnología aplicada a la reproducción asistida en la crianza de los bovinos, se han buscado nuevas alternativas que permitan mayor eficiencia en el manejo zootécnico y del bienestar de los animales (Edwards y Schneider, 2005; Smith, 2002). La técnica quirúrgica de resección del ligamento apical dorsal del pene, presenta varias ventajas en comparación con las técnicas



Fig. 1. Diseción del LAD para su resección.



Fig. 2. Sutura de prepucio.



Fig. 3. Sutura de piel.

Resultados

Los siete animales sometidos a cirugía tuvieron un postoperatorio sin complicaciones y excelente recuperación cicatrizal, integrándose los toros a su actividad como celadores a las tres semanas de ser intervenidos.

Discusión

Las técnicas quirúrgicas tradicionales de traslocación del cuerpo del pene con la vaina prepucial, traslocación por túnel subcutáneo y fijación del cuerpo del pene, han sido utilizadas por muchos años para modificar quirúrgicamente toros con la intención de usarlos como detectores de celos en hatos bovinos con resultados variables (Blanco *et al.*, 1992; Hendrickson, 2007). Sin embargo, han apoyado el desarrollo de pro-

tradicionales, relacionadas con el bienestar animal y la eficiencia productiva, requiere tiempo mínimo de anestesia (10 min. máximo), tiempo máximo de intervención quirúrgica 10 minutos, mínimo daño tisular, más económico por la pronta recuperación post-operatoria, mínimo costo en fármacos y materiales quirúrgicos. Las técnicas tradicionales necesitan largas incisiones que ocasionan abundante sangrado, mayor oportunidad de infección postquirúrgica, mayor número de suturas para su reconstrucción, largo tiempo de anestesia (1 h mínimo), mayor tiempo de cicatrización por extenso trauma tisular, mayor tiempo para iniciar su actividad de celador (5-6 semanas promedio) y desde luego mayor gasto de material quirúrgico desechable (Kersjers *et al.*, 1997; Riebold, 2001; Drago, 2002; Cano, 2003; Fubini y Ducharme, 2005).

Referencias

- Blanco, G. E., Sierra, L. E., Dájer, A. A. 1995. Técnicas quirúrgicas comunes en la práctica clínica de los bovinos. UADY. México.
- Cano, C. P. 2003. Desviación de **pene con la técnica de traslape. Memorias Congreso de cirugía en bovinos. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos. México.**
- Drago, V. 2002. El proceso biológico de la cicatrización. Universidad de Buenos Aires, Argentina. en: <http://espanol//geocities.com/profedrago/ciact.htm>
- Edwards, J. D., Schneider, H.P. 2005. The World Veterinary Association and animal welfare. Rev. Sci. tech. off. int. Epiz. 24 (2), 639-646.
- Fubini, S.L., Ducharme, N. G. 2005. Cirugía en animales de granja. Inter-Médica. Buenos Aires, Argentina.
- Gonzalo, J. M. y Ávila, I. 1996. Cirugía Veterinaria. Interamericana, McGraw-Hill. Madrid, España.
- Hendrickson, D. A. 2007. Techniques in large animal surgery. Ed. Blackwell Publishing. U.S.A.
- Kersjers, A.W., Németh, F., Rutgers, L.J.E. 1986. Atlas de cirugía en grandes especies Salvat. España.
- Rosenberger, G., Dirksen, G., Grönder, H.D., Grunter, E., Krause, D., Stöber, M. y Mack, R. 1979. Clinical examination of cattle. Verlag Paul Parey. Alemania.
- Riebold, T.W. 2001. Recent advances in anesthetic management of large domestic animals. Ed. Steffey, E.P. International Veterinary Service, Ithaca, N.Y.
- Smith, B. 2002. Large Animal Internal Medicine. Third edition. Ed. Mosby, USA.

Clenbuterol: su uso en medicina veterinaria y producción animal

Juan Ku Vera

Cuerpo Académico Producción Animal en Agroecosistemas Tropicales. Departamento de Nutrición Animal. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias - UADY.

Introducción

El reciente escándalo provocado por la presencia del β -agonista clenbuterol en muestras de orina de cinco jugadores de la selección mexicana de fútbol y su consecuente separación del representante que participó en la Copa de Oro, no es otra que una evidencia más del desorden imperante en el control sanitario de los productos cárnicos en el país. Ahora se sabe que la presencia de dicha sustancia en la orina de los jugadores se debió a una contaminación alimentaria, por lo cual éstos han sido exonerados de cualquier sanción por parte de las autoridades de la Federación Mexicana de Fútbol. Este incidente representa una alerta para la profesión veterinaria en México debido a las implicaciones tanto para la salud pública como para la salud animal. Sin embargo, desde hace varios años la evidencia de intoxicación en humanos por consumo de carne de bovino contaminada con clenbuterol está documentada en varios estados del país.

¿Qué es el clenbuterol?

Los β -agonistas, de los cuales el clenbuterol es uno de ellos (Fig. 1), son sustancias análogas a la adrenalina y noradrenalina que favorecen el incremento en el peso vivo y el desarrollo de las masas musculares debido al predominio del anabolismo proteico y a la disminución de la grasa. Esto logra un

mayor rendimiento en la canal de varias especies de animales domésticos. El clenbuterol [benzil alcohol, 4-amino- α -(t-butilamino) metil-3, 5 dicloro], es un fármaco comúnmente empleado para el tratamiento de padecimientos respiratorios como descongestionante y broncodilatador. En humanos, se emplea en el tratamiento de pacientes asmáticos. Se le encuentra comúnmente como hidrocloreuro de clenbuterol.

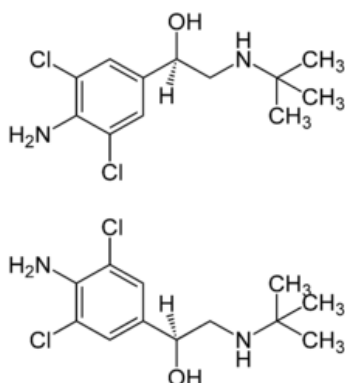


Figura 1. Estructura química del clenbuterol ([benzil alcohol, 4-amino- α -(t-butilamino) metil-3, 5 dicloro]; posee un anillo aromático en el grupo amino terminal)

Su empleo en medicina veterinaria y producción animal

El clenbuterol es un potente broncodilatador que es usado para el tratamiento del broncoespasmo en el caballo

(Kearns y McKeever, 2009). Se aplica normalmente por vía oral y una vez que es absorbido en la circulación sistémica tiene potencial para causar varios efectos secundarios incluyendo alteraciones en la función de los músculos cardíaco y esquelético. En ganado rumiante se

le conoce por su capacidad como agente que redistribuye los nutrientes absorbidos para aumentar la masa muscular y reducir el contenido de grasa (Cuadros 1 y 2).

Los terneros tratados con clenbuterol

Cuadro 1. Comportamiento productivo y características de la canal de bovinos Bonsmara tratados con tres β -agonistas (Strydom *et al.*, 2009; Meat Science).

	Control	β -agonista		
		Zilpaterol	Ractopamina	Clenbuterol
		6 ppm	30 ppm	2 ppm
Peso inicial kg	504.7	503.2	503.3	506.3
Peso final kg	568.6	575.5	582.7	572.1
Ganancia diaria de peso kg	2.1	2.4	2.6	2.2
Conversión alimenticia kg/kg	6.6	5.4	5.2	5.9
Consumo de alimento kg MS/d	13.3	12.5	13.2	12.1
Peso canal kg	339.1	353.5	346.1	355.0
Rendimiento de canal %	59.6	61.4	59.4	62.1
Grasa riñón, pélvica y corazón %	1.38	1.33	1.29	0.83
<i>M. longissimus</i> %				
Proteína	22.7	22.9	22.8	22.7
Grasa	1.70	1.01	1.18	0.98

Cuadro 2. Comportamiento productivo y características de la canal de bovinos Hereford tratados con clenbuterol (Ricks *et al.*, 1984; Journal of Animal Science).

	Periodo (días)	Clenbuterol (mg/cabeza/día)		
		0	10	500
Peso vivo kg		447	436	424
Ganancia diaria de peso kg	0-28	1.304	1.085	0.455
	0-56	1.237	1.177	0.737
	0-98	1.098	1.007	0.868
Grasa; riñón, pélvica y corazón %		2.52	1.93	1.68
Rendimiento de canal %		63.71	64.51	63.52
Profundidad de la grasa 12 costilla cm		1.29	0.83	0.75
Área músculo <i>longissimus</i> 12 costilla cm ²		79.6	88.1	92.6
Proteína en canal %		15.3	17.3	17.5
Grasa en canal %		35.9	28.7	25.3

(0.3 a 1.0 ppm) en el alimento mostraron una mejor ganancia de peso, una mayor conversión alimenticia y un rendimiento en canal 5.7 puntos más alto que un grupo control sin clenbuterol (Berge *et al.*, 1993). También se ha encontrado que en becerros Friesian la retención de nitrógeno fue más alta en los animales tratados con clenbuterol (0.1 o 1.0 mg/kg de sustituto de leche). Las canales de los becerros tratados con clenbuterol fueron más pesadas que la de los becerros control (Williams, Paggioli e Innes, 1986).

Es un secreto a voces que en las diversas zonas ganaderas del país se comercializa de manera ilegal el clenbuterol para su utilización en la etapa final de la engorda del ganado bovino. Sin embargo, el riesgo para la salud pública es evidente, como ha sido demostrado por el reciente escándalo de los seleccionados nacionales. Sólo en el Estado de Jalisco, para septiembre del 2005 ya se habían detectado 217 casos de intoxicación por clenbuterol en humanos. Se estima que la actividad cardioestimuladora del clenbuterol es aproximadamente 2000 veces superior a la del zilpaterol. El problema de intoxicación por clenbuterol deriva de su incorporación en la ración de los rumiantes en cantidades por arriba de las dosis terapéuticas empleadas en medicina veterinaria (5-10 veces), así como de su almacenamiento en algunos órganos tales como el hígado y los ojos. La farmacocinética del clenbuterol también ha sido mencionada como un factor a considerarse ya que aparentemente tiene una vida media de acción prolongada. Los síntomas de intoxicación por esta sustancia son: taquicardia, ansiedad, temblor, cefalea, rubor facial, hipertensión, entre otros.

La NOM-061-ZOO-1999, implementa-

da por la SENASICA a partir de marzo de 2002, prohíbe el empleo del clenbuterol en la alimentación de los animales domésticos, así como su importación, comercialización, transportación y suministro. En otros países se han hecho esfuerzos por tratar de detectar con mayor facilidad el clenbuterol en diversos tejidos animales (Cristino, Ramos y da Silveira, 2003), así como por diversas técnicas analíticas tales como ELISA (Hahnau y Julicher, 1996) y cromatográficas (Lawrence y Ménaud, 1997; Ortiz Borges *et al.*, 2005). En Yucatán la técnica de ELISA se ha empleado para identificar al clenbuterol en la carne de los animales domésticos.

La utilización de los β -agonistas, clorhidrato de zilpaterol (Zilmax) y clorhidrato de ractopamina (Paylean), están aprobados por la SAGARPA para su uso en diferentes especies animales como estimuladores del crecimiento, sin embargo esto no es rentable para todas las especies debido al elevado costo de estas sustancias, para el caso de los ovinos solo es posible cuando los ovinocultores comercializan "cortes" hacia los mercados. En un trabajo llevado a cabo en Yucatán, Ortiz Borges *et al.* (2005) no encontraron residuos de clenbuterol en el hígado de 138 bovinos sacrificados en el rastro municipal de Mérida y en el de la FMVZ-UADY. No obstante, Estrada Montoya *et al.* (2008) hallaron residuos de clenbuterol en carne de bovino obtenida en mercados del Estado de Sonora.

La presencia de este compuesto en carne de bovino es una amenaza para aquellos exportadores de carne de bovino mexicanos ya que representa un serio riesgo para la salud pública. Los estudiantes de medicina veterinaria y zootecnia deben de conocer los efectos

farmacológicos del clenbuterol en los animales, así como las implicaciones legales de su uso, dado que es un producto prohibido para ser empleado como estimulante del crecimiento animal. Las implicaciones para la salud pública del uso del clenbuterol en el ganado bovino son más que evidentes como lo ha demostrado el caso de los futbolistas mexicanos el pasado mes de junio quienes probablemente consumieron carne de ganado bovino al que le había sido suministrado ilegalmente clenbuterol en su ración alimenticia. La responsabilidad del médico veterinario zootecnista para salvaguardar la salud pública hace necesario reflexionar acerca de los aspectos éticos del uso de los β -agonistas en la producción pecuaria.

Referencias

- Berge, P., Culioli, J. Ouali, A. and Parat, M.F. 1993. Performance, muscle composition and meat texture in veal calves administered a β -agonist (clenbuterol). *Meat Science*. 33:191-206.
- Cristino, A., Ramos, F. and da Silveira, M.I.N. 2003. Control of the illegal use of clenbuterol in bovine production. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 32:311-316.
- Estrada Montoya, M.C., González-Córdova, A.F., Torrescano, G., Camou, J.P. y Vallejo-Cordoba, B. 2008. Monitoreo y confirmación de la presencia de residuos de clenbuterol en carne de bovino comercializada en el Noroeste de México. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 6:130-136.
- Hahnau, S. and Julicher, B. 1996. Evaluation of commercially available ELISA test kits for the detection of clenbuterol and other β -agonists. *Food Additives and Contaminants*. 13:259-274.
- Kearns, C.F. and McKeever, K.H. 2009. Clenbuterol and the horse revisited. *The Veterinary Journal*. 182:384-391.
- Lawrence, J.F. and Ménaud, C. 1997. Determination of clenbuterol in beef liver and muscle tissue using immunoaffinity chromatographic cleanup and liquid chromatography with ultraviolet absorbance detection. *Journal of Chromatography B:Biomedical Sciences and Applications*. 696:291-297.
- Ortiz Borges, J.C., Alcocer Vidal, V.M. y Castellanos Ruelas, A.F. 2005. Determinación de clenbuterol por el método de gases, masas y su cuantificación en bovinos sacrificados en dos rastros. *Técnica Pecuaria en México*. 43:57-67.
- Ricks, C.A., Dalrymple, R.H., Baker, P.K. and Ingle, D.L. 1984. Use of a β -agonist to alter fat and muscle deposition in steers. *Journal of Animal Science*. 59:1247-1255.
- Strydom, P.E., Frylinck, L., Montgomery, J.L. and Smith, M.F. 2009. The comparison of three β -agonists for growth performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot cattle. *Meat Science*. 81:557-564.
- Williams, P.E.V., Pagliani, L. and Innes, G.M. 1986. The effect of a β -agonist (clenbuterol) on the heart rate, nitrogen balance and some carcass characteristics of veal calves. *Livestock Production Science*. 15:289-293.

Análisis de la presencia de perros “ferales” sobre la salud ambiental en la Reserva Ecológica “Cuxtal”, Mérida, Yucatán, México

Eduardo M. Sierra Lira, Manuel E. Bolio González, María de Gpe. Altamirano Manzanilla, Edwin A. Cocom Priego, Reynaldo A. Hiuit Cuevas y Jaime de J. Antúnes Chab.

Cuerpo Académico de Salud Animal, Departamento de Salud Animal, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias - UADY.

Resumen

Este trabajo presenta un estudio basado únicamente en la observación de la conducta de los perros sin dueño que deambulan y se reproducen sin control en los terrenos del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, de la Universidad Autónoma de Yucatán, ubicados en la reserva ecológica de “Cuxtal”, del municipio de Mérida, Yucatán. Este estudio tuvo la finalidad de documentar, en un período corto, el mecanismo de los ataques y la conducta de los perros que agreden a los animales de las granjas del centro de estudios, causando pérdidas significativas a la producción y amenazando la salud pública. La información obtenida servirá para diseñar medidas que permitan controlar la situación actual.

Palabras clave: Conducta, reproducción, ataques, control.

Introducción

Algunas investigaciones indican que los perros se originaron de los lobos (subespecie *Canis lupus eurasiatica*), y se piensa que de la región euroasiática se dispersó a todo el mundo. Los perros habitan casi todos los ecosistemas del planeta, reconociéndose en la actualidad aproximadamente aproximadamente 400 razas que viven cerca de los seres humanos, con variación

significativa de tamaño, color, tipo de pelo y constitución física. En general, son animales gregarios, sociables, con una jerarquía y una reproducción estacional bien establecida, hasta dos veces por año y con un número variable de crías (de 3 a 10 o más). La base de su alimentación es la carne, sin embargo, pueden consumir otros tipos de dietas, incluyendo desperdicios orgánicos del hombre y por sobrevivencia, pueden ser buenos cazadores. Su tipo de hábitat es influenciado por la convivencia con el hombre, aunque en vida libre la presencia de cuerpos de agua la determina.

En general, los perros son de comportamiento activo durante todo el día, aunque preferentemente son crepusculares o nocturnos. A pesar de la larga convivencia histórica entre los perros y el hombre, ésta no ha sido siempre exitosa, la complejidad y variabilidad de la sociedad humana, provoca en ocasiones mal trato, crueldad y abandono, originando que las poblaciones de perros “callejeros”, representen una grave amenaza a la salud pública y ambiental. Los animales deambulan libremente, se reproducen sin control, formando grupos (jaurías) para facilitar su protección y alimentación, convirtiéndose en poblaciones marginales, con una conducta caracterizada por la desconfianza, rapiña, poca tolerancia de la presencia humana y depredación ambiental. Esta conducta es una muestra

de regresión de la domesticación, dando lugar a la “feralización”, o retorno del perro doméstico a la vida salvaje.

Domesticación

La domesticación se ha definido como el proceso mediante el cual una población de animales se adapta al cautiverio y acepta la convivencia con el hombre, que evolutivamente propicia una combinación de cambios genéticos, que se repiten en cada generación. La domesticación del lobo, es un suceso que nadie sabe con precisión cómo se produjo, datos históricos apuntan al Período Glacial tardío aproximadamente 14.000 años AC. Se supone que inició con individuos de temperamento tranquilo, que aceptaron alimentarse de los desperdicios de los grupos humanos. Coppinger y Smith (1983), sugieren que después de acostumbrarse a la presencia del hombre, lo siguió en sus migraciones, participando en las cacerías y recibiendo un beneficio de tal asociación. Existen evidencias científicas, obtenidas mediante secuencias del ADN mitocondrial de 67 razas de perros y lobos de 27 distintos lugares, lo cual indica, que podrían haberse separado hace más de 100.000 años (Grandin, 1998).

El proceso de domesticación ha seguido un largo y laborioso camino genético, por ejemplo, zorros mansos al pasar de la vida libre a la cría en cautiverio, cambiaron la estación de su reproducción y mostraron cambios marcados en su patrón hormonal, modificaron su pelaje natural, desarrollando uno negro con rayas blancas. Esto significa que su ciclo monoestral (celo una vez al año) se había perturbado y los animales podían reproducirse en cualquier época del año. Esto motivó a que se realizarán ex-

perimentos a largo plazo, para mostrar las consecuencias de la selección por mansedumbre, como se comporta biológica y psicológicamente el proceso de la domesticación.

El estudio del comportamiento animal, tiene como finalidad entender los mecanismos y la manera en que se producen los patrones innatos del comportamiento, las motivaciones por las cuales los animales se comportan de la forma en que lo hacen y la programación genética del mismo. Los animales tienen patrones de comportamiento instintivo propios de especie, que no requieren de aprendizaje. Los animales experimentan pánico, ansiedad, miedo, aprehensión, y una desconfianza profunda del entorno, mostrando una marcada conducta de alarma-protección-conservación.

Problemática

La presencia de perros ferales o asilvestrados, en la reserva ecológica “Cuxtal”, del municipio de Mérida, Yucatán, México, ha sido evidente por más de veinte años. Sin embargo, últimamente se ha observado incremento de su población, así como los daños provocados a la producción pecuaria, por ataques a ovinos, cerdos, becerros de traspatio y de pequeñas granjas comerciales en el área de la reserva. Además, representa una amenaza constante a la salud pública y ambiental, por la falta de control sanitario y la depredación de pequeños animales silvestres.

Particularmente en el Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán, se han recrudecido los ataques de perros a los animales de las unidades de producción (ver figura 1).



Figura 1. Ataque a ovino

Se planeó la necesidad de documentar, por observación simple durante cuatro meses, el mecanismo de los ataques y la conducta de los perros agresores. Esta información permitiría implementar medidas de control adecuadas al caso, tratando de minimizar el impacto negativo de ésta situación, tomando como indicadores del proceso de feralización: tolerancia al humano, conducta y hábitos alimenticios, conducta reproductiva y la conducta social (jerarquización y liderazgo).

Resultados

Se encontraron distintos grupos de animales con diferentes conductas, los cuales se identificaron de la siguiente manera: G1) perros que tienen propie-

tario, son alimentados por ellos, pero viven en las calles de la reserva ecológica, sin control de su reproducción y sanidad, estos individuos toleran la presencia humana, y buscan su contacto (signo de domesticación) (ver figura 2). G2) perros nacidos de hembra doméstica, en la calle, que posteriormente no tienen dueño, viven en grupos pequeños (2 a 3 miembros) y se alimentan del pillaje de la basura o desperdicios orgánicos que las personas dejan a su alcance, de hábitos alimentarios diurnos y vespertinos, toleran la presencia humana, pero generalmente, no el contacto.

Los perros G3) son perros nacidos de hembras libres, en la calle, sin propietario, no toleran la presencia humana, ni el contacto, viven en grupos de 5 a 6 miembros, tienden a buscar refugio en lotes baldíos o vegetación remanente cercana a las fuentes de alimentación (colectores de basura, rastros o granjas) de los cuales obtienen cadáveres, placentas o desperdicios de sacrificio (ver figura 3), con hábitos de consumo principalmente vespertinos o nocturnos. G4) existe una variante del grupo anterior, perros nacidos en libertad, que no toleran el contacto humano, ni su presencia, pero viven en el entor-



Figura 2. Contacto con el hombre



Figura 3. Convivencia en el entorno humano



Figura 4. Restos animales

no periurbano. Estos animales viven en grupos de 5 a 6 individuos, con un macho y una hembra dominante (alfa), usualmente son de hábitos alimenticios nocturnos, son cazadores y viven al acecho, utilizan el ataque en grupo como medio de cacería y defensa, conducta similar a los lobos (signo de feralización). En cuanto al impacto negativo en las unidades de producción del Campus, se identificaron daños directos por ataque a diversas especies animales (ver Tabla 1).

que viven alrededor de sus instalaciones, alimentándose de la basura y aceptan comida del humano a distancia.

Por último, dos grupos (G3 y G4), perros nacidos de hembras libres, que no toleran la presencia humana, ni el contacto, viven en grupos de 5 a 6 miembros, unos tienden a buscar refugio en montes cercanos a los colectores de basura, rastro y granjas, buscando cadáveres, placentas y desperdicios de sacrificio, con hábitos de consumo vespertinos y

Tabla 1. Pérdidas económicas para el Campus en el período enero-abril.

Áreas	Animales perdidos	Costos	Total de pérdidas	Tiempo de ataques
Porcinos	10 lechones lactantes	2,750	19,625	En un periodo de cuatro meses
	5 marranas Americanas	16,875		
Ovinos	1 borrega gestante	1,000	2,200	En dos meses
	3 Cabritos	1,200		
Reproducción	1 semental	12,000	12,000	Una semana
	7 vientres			

Fuente: Archivos FMVZ UADY, 2009.

Discusión

El proceso de domesticación ha sido documentado por muchos investigadores (Fox, 1975; Price, 1984; Lambooi, 1993; Coppinger y Scheider, 1993) quienes han señalado que el perro debe la unión permanente a su amo, a un rasgo importante del comportamiento, la pertenencia y la aceptación en la jauría, esto implica el reconocimiento de un líder (en éste caso al humano) y la consecuencia obligada, la obediencia. En concordancia con lo mencionado, el presente estudio identificó un grupo de animales sin dueño (G1) adaptados a la convivencia con las personas que ocupan cotidianamente el Campus (estudiantes y profesores), otro grupo (G2)

nocturnos, respectivamente. Ambos con una organización social característica, son guiados por un macho y una hembra dominante (alfa). El último grupo, mostró hábitos alimenticios principalmente nocturnos, actuando como cazadores (ataque en grupo), viviendo al acecho de presas potenciales, conducta similar a los lobos, lo cual se considera un signo de feralización. En éste aspecto, existe concordancia con los reportes de Gould (1977), las técnicas de cacería parecen ser aprendidas y guiadas por la experiencia, tanto individual como por el trabajo en grupo. Lo cual podría explicar de alguna manera los daños directos por ataque a animales (muertes y mutilación) en las unidades de producción del Campus.

Referencias

- Coppinger, R. y Schneider, R. (1993). Evolution of working dog behavior. En: "The Domestic Dog: Its Evolution, Behavior and Interactions with People" (J. Serpell, comp.). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Coppinger, R. P. y Smith, C. K. (1983). The domestication of evolution. *Environ. Conserv.* 10, 283-292.
- Fox, M. W., comp. (1975). "The Wild Canids: Their Systematics, Behavioral Ecology and Evolution." Van Nostrand-Reinhold, Nueva York.
- Gould, S.J. (1977). "Ontogeny and Phylogeny." Harvard University Press (Belknap Press), Cambridge, MA y Londres.
- Grandin T. (1998). Genetics and the Behavior of Domestic Animals. San Diego, California: Academic Press, (Cap. 1) Traducción del Dr. Marcos Giménez-Zapiola. 80523-1171.
- Isaac, E. (1970). "Geography of Domestication." Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Lambooi, E. y van Putten, G. (1993). Transport of pigs. En: "Livestock Handling and Transport" (T. Grandin, comp.). CAB International, Wallingford, UK.
- Price, E. O. (1984). Behavioral aspects of animal domestication. *Q. Rev. Biol.* 59, 1-32.
- Scott, J. P. y Fuller, J. L. (1965). "Genetics and the Social Behavior of the Dog." University of Chicago Press, Chicago.

¿Por qué las gatas maúllan por las noches?

Antonio Ortega Pacheco

Cuerpo Académico de Salud Animal, Departamento de Salud Animal, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias - UADY.



Es de conocimiento popular que los gatos tienen hábitos nocturnos para realizar sus actividades de cacería, defensa de territorio y reproductivas. Incluso a altas horas de la noche es común escuchar pleitos y maullidos que muchas veces resultan incómodos ya que despiertan y/o asustan a bebés y niños. Esto, sin embargo, ocurre en mayor o menor proporción según la época del año. Se ha preguntado alguna vez ¿por qué maúllan las gatas por la noche?

Para responder a esta pregunta, primero es importante saber que esta singular especie es considerada “ovuladora inducida”. Esto quiere decir que necesitan de un estímulo para que se puedan liberar sus óvulos, a diferencia de la mayoría de las especies domésticas y de primates (incluyendo a los humanos) en los que la ovulación es espontánea y genéticamente predeterminada. Este estímulo es de tipo “neuroendocrino”, es decir, es un estímulo nervioso que señala a una glándula liberar la hormona que induce a la ovulación. El estímulo nervioso en este caso es el dolor durante el coito. El dolor es el iniciador de este

proceso y cuando el estímulo es captado en centros nerviosos superiores, en este caso el hipotálamo, se liberan ciertas hormonas iniciando con la GnRH (Factor Liberador de Gonadotropinas, por sus siglas en inglés) que estimula a la hipófisis anterior para liberar a su vez a la hormona LH (Hormona Luteinizante) lo que induce a la ovulación.

El dolor durante el coito se debe a que el pene del gato lastima la mucosa vaginal de la hembra debido a la presencia de espículas en el glande del pene (Figura 1). Al ocurrir esto, la hembra responde



Figura 1. Pene del gato mostrando las espículas.

a sus estímulos de defensa y agrede al macho emitiendo un maullido típico de agresión (“llora”). Después de repeler al macho que la lastimó, la hembra se

defender su territorio con una gata en celo, la cosa entonces se pone aún peor (Fig.3).

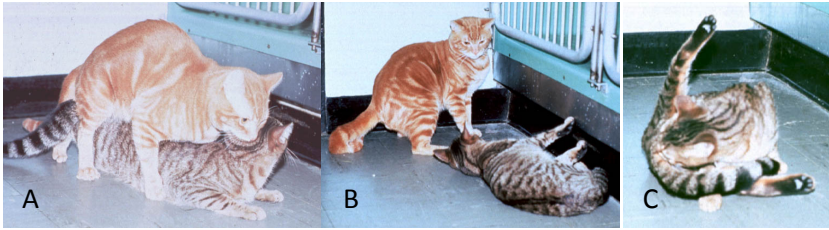


Figura 2. Proceso del coito en gatos. (A) el macho somete a la hembra, la sujeta con sus miembros anteriores y la muerde en la piel del cuello para mantener su posición. (B) Después del coito la hembra arremete al macho respondiendo con el “llanto copulatorio” propiciando que el macho huya. (C) Finalmente la hembra repasa la zona adolorida.

lame con la intención de aminorar el dolor (figura 2). Sin embargo, para que la ovulación ocurra se debe repetir el coito alrededor de 7 veces durante la noche, ya sea con el mismo macho o con un macho diferente.

Se dice que la gata está en celo cuando es receptiva hacia el macho, esto ocurre preferentemente en primavera-verano. En Yucatán, debido al período de luz más largo durante esta época, las gatas presentan más celos. Es por esto que las “gatas que lloran”, lloran más durante la Primavera-Verano. Pero lo más dramático es que las gatas necesitan ovular (lo cual tarda en suceder en 21 días) y si esto no ocurre en un celo, entonces el ciclo se acorta a 5 días y el ritual de apareamiento se repite una y otra vez hasta que esto ocurra. Si a esto se suman los maullidos por los pleitos entre los gatos (machos) por defender su territorio con una gata en celo, la cosa entonces se pone aún peor.

Si a esto se suman los maullidos por los pleitos entre los gatos (machos) por

Aunque ya existen varias estrategias disponibles para reducir la aparición del celo o inducir la ovulación de las gatas las cuales puedes utilizar en tu mascota bajo la supervisión de un Médico Veterinario, quedan aún los gatos del vecindario quienes con sus tonadas y desmanes quitarán algunas noches el sueño. Ahora ya lo sabes, “cuando escuches la gata de tu vecino llorar pon la tuya a esterilizar”.



Figura 3. Escena típica de machos disputando territorio

Próximos Eventos

Congreso de la Sociedad Mesoamericana de la Biología y para la Conservación
24-28 de octubre 2011, Mérida, Yucatán.
<http://www.smbcmexico.3a2.com/>

Congreso 64 del Gulf and Caribbean Fisheries Institute (GCFI), Puerto Morelos,
Quintana Roo, 31 octubre al 4 de noviembre 2011.
<http://www.gcfi.org>

III Jornada Nacional de Innovación y Competitividad: “Vínculos y Alianzas para
la Innovación y la Competitividad: Actualidad y Perspectivas” CONACYT y Go-
bierno del Estado de Sinaloa. 10 y 11 de noviembre de 2011.
<lfloresc@conacyt.mx>

II Congreso Nacional e Internacional de Ciencias Agropecuarias y Recursos Na-
turales
16, 17 y 18 de noviembre 2011, Coordinación del Centro de Investigación y Estu-
dios Avanzados en Fitomejoramiento.
congreso.cieaf@gmail.com

Segunda Conferencia Mundial en Apicultura Orgánica, en San Cristóbal de Las
Casas, Chiapas, México. 19 al 25 de marzo 2012.
<http://www.ecosur.mx/abejas>

SOS Natura II. Ecology and Conservation International Symposium in Cuba.
Biosphere Reserve Baconao, Santiago de Cuba - April 9 -12, 2012
www.mycubabirdguide.com