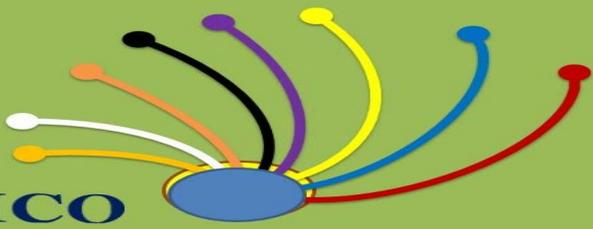


ABANICO VET 6(3) SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2016 ISSN 2448-6132



ABANICO
VETERINARIO®
Incluye animales acuáticos



Fotografías proporcionadas por Jiménez-Leyva Diego. Maíz maduro y mini-silo.

Indizada en SCIELO, IMBIOMED, MEDIGRAPHIC, DIALNET, EBSCO-Fuente Académica Plus, e-REVISTAS, HEVILA, CENGAGE-*Informe académico*, PERIODICA, LATINDEX, REDIB, SIIC DATA BASES, REVIVEC, Revistas Electrónicas del Instituto de Investigaciones Biomédicas-UNAM.

Incluida en
Google académico, CONRICYT-CONACYT



El **Congreso Virtual Abanico Veterinario** tiene como objetivo publicar en VIDEOS los artículos aceptados o publicados en la revista **ABANICO VETERINARIO** y/o en el **CONGRESO INTERNACIONAL ABANICO VETERINARIO** sin costo; sin embargo, podrán publicarse cualquier video que cubra los criterios de arbitraje. Donde el lector y/o investigador y autor-res podrán interactuar, al contestar las dudas,

cuestionamientos y comentarios; así también será un foro para contactar de forma directa y pública a los autores del trabajo en cuestión.

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

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

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



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

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

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

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

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

ABANICO VETERINARIO

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

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

© Copyright
SERGIO MARTINEZ GONZALEZ

COMITÉ ADMINISTRATIVO

Dirección

Sergio Martínez González

Subdirección de Producción

Pavel Valdez Balbuena

Subdirección de Arbitraje

Enrique Estrada García

Subdirección de Mercadotecnia

Sergio A Martínez Orozco

Subdirección Financiera

Fabiola Orozco Ramírez

COMITÉ EDITORIAL

Sergio Martínez González Editor en Jefe

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

Alberto Taylor Preciado

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

Benito Ramírez Valverde

Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. México.

Francisco Escalera Valente

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

Gianni Bianchi Olascoaga

Privado. Uruguay.

NADIA ABAD MATOS

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba.

Rafael Cervantes Beyra

Universidad Agraria de La Habana, Cuba.

EQUIPO DE CORRECCIÓN

Juan Carlos Fuentes Muro

Coordinación de Asuntos Internacionales, Universidad Autónoma de Nayarit. México.

Sigfredo FM Torres Sandoval

Supervisión Escolar Zona 227 SEP-Jalisco. México.

Socorro M Salgado Moreno

Escuela Especial de inglés Kipling. Nayarit, México.

COMITÉ DE ARBITRAJE

ADELA BIDOT FERNÁNDEZ

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

ADRIÁN ZARAGOZA BASTIDA

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

ALBERTO TAYLOR PRECIADO

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

ALEJANDRO CÓRDOVA IZQUIERDO

Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. México.

ALMIRA HOGESTEIJN REUL

Coordinación Académica del Departamento de Ecología Humana. CINVESTAV Unidad Mérida. México.

AMANDA CONSUELO DÍAZ MORENO

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

ÁNGEL CARMELO SIERRA VÁSQUEZ

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

ANGELA BORROTO PÉREZ

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

BENITO RAMÍREZ VALVERDE

Colegio de Postgraduados Campus Puebla. México.

CARLOS A CARMONA GASCA

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

ESAUJ JARAMILLO LÓPEZ

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

ESPERANZA HERRERA TORRES

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

FIDEL AVILA RAMOS

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

FRANCISCO JAVIER PEÑA JIMÉNEZ

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

GIANNI BIANCHI OLASCOAGA

Privado. Uruguay.

HÉCTOR SUÁREZ MAHECHA

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

JORGE LUIS TÓRTORA PÉREZ

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

JOSÉ LENIN LOYA OLGUIN

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

JOSÉ LUIS PONCE COVARRUBIAS

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero. México.

NALLELY RIVERO PÉREZ

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

OSCAR AGUSTÍN VILLARREAL ESPINO-BARROS

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

OMAR FRANCISCO PRADO REBOLLEDO

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

RAFAEL MARTÍNEZ GARCÍA

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

ULISES MACÍAS CRUZ

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

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

**ABANICO VETERINARIO 6(3) 2016
CONTENIDO**

Cintillo Legal 7

Editorial 8

Indicaciones para los autores 9

Indizada en 11

Suscripciones y pagos por publicación 12

ARTÍCULOS ORIGINALES

**Cutting age on chemical composition of silages from white corn hybrid asgrow 13
7573**

**Edad de corte en la composición química del ensilado de maíz blanco asgrow-
7573**

**Response to the additional intake of different levels of organic zinc on the 24
seminal quality of hair lambs**

**Respuesta al consumo adicional de zinc orgánico en la calidad seminal de
ovinos de pelo**

Study of Lidia cattle social behavior using technology GPS-GPRS 30

**Estudio del comportamiento social del ganado de Lidia empleando tecnología
GPS-GPRS**

**Comportamiento de Escherichia coli en heces de vacas adicionadas con 47
taninos hidrolizables**

Behaviour of Escherichia coli in cow feces added with of hydrolysable tannins

**Respuesta productiva de cerdos en crecimiento-finalización a la 55
suplementación con extracto de taninos**

**Productive response of growing-finishing pigs to the tannins extract
supplementation**

CINTILLO LEGAL

Abanico Veterinario, Año 6, Volumen 6, No. 3, Septiembre-Diciembre 2016, Publicación cuatrimestral editada por Sergio Martínez González, Calle Tezontle 171, Colonia El Pedregal, Tepic, Nayarit, México, C.P. 63164, Tel 01 311 1221626, abanicoveterinario@gmail.com.

Editor responsable: Sergio Martínez González. Cuenta para formato internet web ISSN 2448-6132 y reserva de derechos al uso exclusivo y 04-2016-030212451700-203 respectivamente, gestionados en el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Sergio A Martínez Orozco, Libramiento 2180, Col. Moctezuma, Tepic, Nayarit, México, C.P. 63180, fecha de la última modificación, 14 de Diciembre de 2016.

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

EDITORIAL

Estimados lectores y autores la revista ABANICO VETERINARIO, ya está aceptada en SCIELO y en SIIC DATA BASES Sociedad Iberoamericana de Información Científica (SIIC), además es evaluada por REDALYC; para en un futuro corto ingresar al INDEX de CONACYT, SCOPUS y a la WEB SCIENCE.

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

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

Dr Sergio Martínez González
Editor en Jefe

INDICACIONES PARA LOS AUTORES

Se publican artículos científicos con las siguientes características:

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

2.- Idioma: en inglés y en español. Todos los artículos serán publicados en inglés sin costo adicional.

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

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

5.- Extensión: 5 a 15 páginas.

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

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

8.- Los artículos deberán enviarse en archivo electrónico en formato Word 2013 o más reciente, en hoja tamaño carta en orientación vertical y con márgenes 2.5 cm por lado. El tipo de letra será Arial 12, color negro, párrafo justificado, 1.15 de interlineado, sin espacios entre párrafos. Títulos centrados en tipo oración y en negrita.

9.- El archivo deberá ser enviado en línea en <http://www.sisupe.org/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario> o al correo de la revista.

10.- La literatura citada será el 80 % no mayor a 10 años de antigüedad. Escribirla por orden alfabético de acuerdo a los ejemplos y cuando la referencia tenga DOI o dirección electrónica se debe colocar al final de esta o hipervinculada a la web. En el texto de la forma apellido o institución coma año y entre paréntesis (Fernández *et al.*, 2010; Abdelhadi y Santini, 2006). En artículos en revistas con suplementos en volumen o número indicarlo con *suppl.* En los libros indique las páginas consultadas. No citar artículos en prensa, congresos, cursos, conferencias, boletines, tesis, entrevistas, documentos de internet o impresos sin autor u organismo. Ejemplos:

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

b) ABDELHADI LO, Santini FJ. Corn silages vs. grain sorghum silage as a supplement to growing steers grazing high quality pastures: effects of performance and ruminal fermentation. *Animal Feed Science and Technology*. 2006; 127:33-43. doi:10.1016/j.anifeedsci.2005.08.010

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

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

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

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

11.- Tablas insertarlas en Word (no como imágenes) y que sean editables, en blanco y negro, sin salirse de los márgenes, en párrafos de texto por separado. El título colocarlo en la parte inferior, numerado con número arábigo, centrado, en Arial 10 y negrita y en el interior de la tabla Arial 8, con leyendas claras.

12.- Figuras insertarlas en Word, en blanco y negro, sin salirse de los márgenes, en párrafos por separado y como mínimo 300 píxeles por pulgada. El título colocarlo en la parte inferior, numerado con número romano, centrado, en Arial 10 y negrita y en el interior de la figura Arial 8, con leyendas claras.

13.- Las ecuaciones insertarlas con el editor de Word (no como imágenes).

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

INDIZADA EN

SCIELO MEXICO. Scientific Electronic Library Online

<http://www.scielo.org.mx/scielo.php>

IMBIOMED. Índice Mexicano de Revistas Biomédicas Latinoamericanas

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

MEDIGRAPHIC. Índice de Revistas Médicas Latinoamericanas

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

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

EBSCO- Academic Search. <http://www.ebsco.com/>

CENGAGE-Informe académico <http://www.cengage.com.mx/rs/informe/>

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

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

BIBLAT. Bibliografía latinoamericana en revistas de investigación científica y social <http://biblat.unam.mx/es/#carousel-biblat>

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico).

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

SIIC DATA BASES Sociedad Iberoamericana de Información Científica (SIIC)

<http://www.siicsalud.com/lmr/siicdatabases.php>

Revistas Electrónicas del Instituto de Investigaciones Biomédicas-UNAM.

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

PERIODICA. Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias

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

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

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

INCLUIDA EN:

CONRICYT. Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica <http://www.conricyt.mx/index>

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

SUSCRIPCIONES Y PAGOS POR PUBLICACIÓN

Suscripciones y pagos por publicación depositar a la Cuenta Bancaria de Bancomer 1473789969 a Nombre de Fabiola Orozco Ramírez y enviar depósito escaneado y datos de dirección postal al correo abanicoveterinario@gmail.com. Para suscripción anual (tres números) en formato electrónico \$150.00 con envíos a su correo electrónico, para formato electrónico e impreso \$300.00. Para envíos a otros países favor de comunicarse por correo electrónico. Por ser una revista de acceso abierto los autores pagarán \$2000.00 por cada publicación.

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

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

www.imbiomed.com

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

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

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

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

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

Artículo Original. Septiembre-Diciembre2016; 6(3):13-23. Recibido: 01/08/2016. Aceptado: 06/10/2016.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2016.63.1>

Cutting age on chemical composition of silages from white corn hybrid asgrow 7573

Edad de corte en la composición química del ensilado de maíz blanco asgrow- 7573

Jiménez-Leyva Diego diegojiml@hotmail.com, **Romo-Rubio Javier** romo60@uas.edu.mx,
Flores-Aguirre Leopoldo lflores@uas.edu.mx, **Ortiz-López Briceida** brithy18@hotmail.com,
Barajas-Cruz Rubén* rubar@uas.edu.mx

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa; Boulevard San Ángel s/n, Colonia San Benito, Culiacán, Sinaloa, México, CP 80246. *Autor responsable y de correspondencia rubar@uas.edu.mx

RESUMEN

Para determinar la influencia de la edad al corte en la composición química del ensilado de maíz blanco, se sembraron 36 parcelas (cuatro surcos; 8 m) con el híbrido de maíz blanco Asgrow-7573. En un diseño en bloques completos (DBCA) al azar con cuatro repeticiones, fueron asignadas a nueve fechas de corte: 103, 107, 111, 115, 119, 123, 127, 131 y 135 días a partir de la siembra. La planta se cortó 12 cm del suelo y fue picada a 3 cm; se prepararon mini-silos (5 kg) en bolsa de plástico y se les extrajo el aire. Los silos se abrieron después de 45 días y se les determinó materia seca, cenizas, proteína cruda, FDN, FDA y pH. A los resultados se les aplicó ANDEVA para un DBCA y análisis por polinomios. La materia seca del forraje verde y del ensilado, así como el pH aumentaron de manera lineal ($P < 0.00001$) a como se incrementó la edad al corte. La proteína cruda fue mayor ($P < 0.05$) en las primeras fechas. FDN y FDA mostraron un comportamiento cuadrático ($P < 0.00001$). Se concluye que el corte entre los días 123 y 127 favorece la composición química del ensilado de maíz blanco.

Palabras clave: Maíz, materia seca, ensilado, edad al corte, pH

ABSTRACT

To determine the influence of cutting age on the chemical composition of white corn silage, 36 plots were planted (four rows; 8 m) with the white corn hybrid Asgrow-7573. In completely randomized block design, with four replications assigned to nine cutting ages: 103, 107, 111, 115, 119, 123, 127, 131, and 135 days from seeding date. Plants were cut 12 cm over ground, and chopped to 3 cm size; mini-silages (5 kg) were prepared in plastic bags, and the air was extracted. The silages were open after 45 days, and dry matter, ashes, crude protein NDF, ADF and pH were determined. Results were analyzed by ANOVA for a completely randomized block design and polynomial analyses were performed. The dry matter (from fresh forage and silage) as pH ($P < 0.00001$) when cutting age increased. Crude protein was higher ($P < 0.05$) during early cutting ages. NDF and ADF showed a quadratic response ($P < 0.00001$). It is concluded that cutting age from 123 to 127 days improves chemical composition of white corn silage.

Keywords: corn, dry matter, silage, cutting age, pH.

INTRODUCCIÓN

En México se siembran una gran diversidad de cultivares de maíz, dentro de éstas las de color blanco son las que mayor presencia tienen (SAGARPA., 2016). Los diferentes genotipos se cultivan más por su rendimiento, que por su calidad nutritiva (Nuñez *et al.*, 2003). El Estado de Sinaloa es el mayor productor de maíz blanco en México, con una superficie de 512,204.56 ha, destinadas al cultivo; y una producción anual de 3'923,017.08 ton de grano (SAGARPA., 2013). Aunque el propósito principal de la siembra es la producción de grano, una cantidad no determinada se destina a la elaboración de ensilados para la alimentación de los bovinos; cuando el propósito es destinar el maíz para la elaboración de ensilados. El cultivo elegido más frecuentemente es el híbrido Asgrow 7573.

En Estados Unidos y otros países en los que se cultivan variedades de maíz amarillo, la recomendación para el momento del corte es determinada por el avance de la línea de leche en el grano (Bal *et al.*, 1997); sin embargo, en México debido a la dificultad para apreciar la línea de leche en los maíces blancos, tradicionalmente el maíz destinado al ensilaje, se corta cuando el grano se encuentra en estado de lechoso-masoso a masoso (González *et al.*, 2006). La decisión del momento o edad al corte del maíz para ensilar es de gran importancia, debido a que tiene implicaciones en la composición química de la planta y del ensilado que se obtiene de ella (Bal *et al.*, 1997); que eventualmente pueden inducir cambios en el valor nutricional para los rumiantes que los consumen (Bal *et al.*, 1997; Arriola *et al.*, 2012).

Varios autores señalan que el concepto línea de leche es un criterio ambiguo (Filya 2004; Ferraretto *et al.*, 2012), lo mismo se puede aplicar al estado lechoso masoso; por lo que se recomienda un criterio más objetivo, como el contenido de materia seca de la planta (Filya, 2004). Debido a que el contenido de materia seca de la planta de maíz se relaciona con su edad a partir de la siembra (Islam *et al.*, 2012); es de gran interés explorar la relación de la edad al corte, con el contenido de materia seca y composición químico-nutricional del maíz blanco para ensilar.

Este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de determinar la influencia de la edad al corte en el contenido de materia seca y composición química del ensilado de un híbrido de maíz blanco.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La investigación de campo se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicada en 24° 37' 33" N y 107° 26' 22" O, 21 msnm; con un clima seco y semi-seco, con temperatura media anual de 25°C, y una precipitación media de 790 mm (INEGI, 2013).

Los análisis de la composición química del forraje y los ensilados se llevaron a cabo en los laboratorios de Investigación en Nutrición y Producción Animal y en el laboratorio de alimentos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa, en Culiacán, Sinaloa.

Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó una superficie de 1600 m², en la que se sembró el híbrido de maíz blanco Asgrow 7573; se aplicó una dosis de siembra de 80,000 a 100,000 semillas ha⁻¹ (Núñez *et al.*, 2010), con una distancia de 0.80 m entre surcos. La fertilización (N, P y K) se proporcionó con la fórmula de 350-00-00 unidades ha⁻¹ respectivamente, los riegos de auxilio se realizaron a los 45, 72 y 91 días pos siembra (INIFAP, 2010).

El terreno sembrado se dividió en 36 parcelas experimentales, las que estuvieron formadas por cuatro surcos con 8 m de longitud; cada una de ellas constituyó la unidad experimental. Con base en un diseño en bloques completos al azar (Steel y Torrie, 1988) con cuatro repeticiones, con el uso de tablas de números aleatorios y en base a la fenología de la planta. Las unidades experimentales fueron asignadas a una de nueve fechas de corte en que consistieron los tratamientos: 103, 107, 111, 115, 119, 123, 127, 131 y 135 días a partir de la fecha de siembra. Dentro de cada unidad experimental, se descartaron los dos surcos de la parte externa, así como 1 m en cada uno de los extremos de los dos surcos centrales; por lo que la muestra de cada unidad experimental provino de una sección interna de 6 m de cada uno de los dos surcos centrales (Núñez, 2010).

En cada una de las fechas señaladas se cortó el total del material de la planta, a partir de una altura de tallo de 12 cm en relación al suelo (Kennington *et al.*, 2005). El corte se realizó con machete y el material fue picado con una máquina trituradora de ramas (Craftsman®), a un tamaño promedio de 3 cm en la longitud de las partículas; similar al que producen la mayoría de los equipos utilizados por los productores de la región para la fabricación de ensilados, así como el reportado por otros autores (Bal *et al.*, 1997).

Fabricación de los mini-silos

De cada unidad experimental se tomaron dos muestras del material verde picado: una de 1 kg para la determinación de materia seca total (105 °C por 24 h) y otra de 5.0 kg destinada a la fabricación de los mini-silos; esta última fue depositada en una bolsa de plástico negro, posteriormente se extrajo totalmente el aire con el uso de una aspiradora; considerando que el vacío aplicado en los mini-silos fue similar entre ellos; se asume que la densidad también lo fue. Finalmente se introdujo en una cubeta de plástico con tapa de cierre hermético, los mini-silos se mantuvieron cerrados durante 45 días, hasta antes de su apertura para realizar las determinaciones de composición química.

Composición química de los ensilados

Al momento de abrir los mini-silos, se tomaron muestras de 250 g, que fueron prensadas para extraer los jugos y en ese líquido se midió el pH con un potenciómetro portátil (Hanna® H198130; Hanna Instruments, Italy); posteriormente se obtuvo una muestra la cual se secó a 60 °C por 72 h, después se molieron en un molino Wiley con malla de 2 mm para realizar los siguientes análisis de laboratorio: cenizas, cenizas insolubles en ácido (CIA), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) (AOAC, 1990), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), (Van Soest et al., 1991) utilizando un equipo Ankom 2000.

Análisis estadístico

A los resultados del contenido de materia seca, se les aplicó análisis de varianza para un diseño de bloques completos al azar (Steel y Torrie, 1988). El comportamiento lineal o cuadrático del contenido de materia seca en relación a la edad al corte fue probado por polinomios, y la correlación entre edad al corte y contenido de materia seca de la planta de maíz fue explorada por regresión lineal simple (Steel y Torrie, 1988). El modelo matemático fue: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$. Todos los cálculos estadísticos fueron desarrollados con la versión 9 del paquete computacional Statistix® (2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la influencia de la edad al corte a partir de la siembra en el contenido de materia seca del forraje verde, así como en la materia seca, fracciones químico nutritivas y pH del ensilado del híbrido de maíz blanco A7573 se presentan en el Cuadro 1.

Forraje verde. El contenido de materia seca del forraje verde del maíz blanco al momento del corte aumentó de manera lineal ($P < 0.00001$) a medida que se incrementó la edad al corte, desde valores de 22.3% al día 103, hasta 49.8% a los 135 días. El comportamiento lineal fue descrito por la ecuación: MS, % = 65.111 + (0.8336 x días al corte); ($P < 0.00001$; R^2 ajustada = 0.86;). El contenido de materia seca de 34% que alcanzó el maíz para ensilar a los 123 días, es considerado por varios autores como el apropiado para este propósito (NRC, 2001; Filya, 2004); lo que sugiere que para este híbrido es de recomendarse su corte en edades cercanas a los 123 días, cuando se pretenda utilizar en la elaboración de ensilados.

Ensilado. El contenido de materia seca del ensilado aumentó ($P < 0.01$) desde 22% en el día 103, a 45.9% el día 135; dicho incremento fue lineal ($P < 0.00001$; R^2 ajustada = 0.55) de manera similar a lo que se apreció en el forraje verde. La materia seca de los ensilados de entre 26.6 y 37.1% observado entre los días 123 y 131, se ubican en el rango propuesto como aceptable para un buen ensilado (NRC, 2001; Filya, 2004). Varios

autores han encontrado contenidos de MS similares en ensilados elaborados con variedades de maíz amarillo (Arriola *et al.*, 2012; Islam *et al.*, 2012; Rezaei *et al.*, 2015). En la publicación de NASEM (2016) se establece en 29.33% el contenido de materia seca del ensilado de maíz, el que sería intermedio entre los encontrados entre los días 123 y 127 en el presente experimento.

Materia orgánica. A diferencia de lo observado con la MS, el contenido de materia orgánica no mostró un comportamiento de tipo logarítmico ($P < 0.0001$; R^2 ajustada = 0.60), en el que se apreció un incremento constante del día 103 (92.9%), al 115 (95.1%), en el que alcanzó su valor más alto ($P < 0.05$); manteniendo un contenido más o menos estable hasta los 135 días, medidos en el actual experimento con un valor de 94.3%. Estos resultados indican una disminución en la composición mineral de la planta, a medida que está en fase de crecimiento rápido, hasta estabilizarse alrededor de los 115 días después de la siembra; Filya (2004), encontró una disminución en el contenido de cenizas en ensilado de maíz amarillo, a medida que se incrementó el contenido de materia seca desde 21 a 42%; valores que oscilan entre 94 y 95% de MO, se han observado de manera frecuente en ensilados preparados con distintas variedades de maíz amarillo (Alvarenga *et al.*, 2011; Duniere *et al.*, 2015; Robinson *et al.*, 2016; Su-jiang *et al.*, 2016).

Proteína cruda. El contenido de proteína cruda fue más alto ($P < 0.05$) en los ensilados cortados a edades más tempranas, en relación a los procesados en edades superiores a los 127 días. La disminución en el contenido de PC del ensilado en la medida que aumenta la MS, fue reportado previamente por Islam *et al.* (2012); sin embargo, la disminución en el contenido de PC del ensilado de maíz blanco, más que ser un proceso lineal, mostró un comportamiento exponencial ($P < 0.0001$; $R^2 = 0.42$, en el que se aprecia una etapa de descenso rápido en las edades más tempranas (103 a 111 días); que se modera hasta casi mantenerse constante entre los días 119 a 135.

Sí bien el valor de 6.1% de PC encontrado en el ensilado de la actual investigación a los 123 días, parece bajo en relación al de 8% sugerido por algunas publicaciones (NRC, 2001), está en congruencia con valores de entre 6.5 y 5.2% de PC encontrado por una serie de autores en variedades de maíz amarillo (Abdelhadi y Santini, 2006; Alvarenga *et al.*, 2011; Islam *et al.*, 2012). El híbrido de maíz blanco A7573 utilizado en el actual experimento, es considerado como una variedad de alto rendimiento, y de manera general el contenido de PC del maíz disminuye a medida que se incrementa su rendimiento (Islam *et al.*, 2012).

Cuadro 1. Influencia de la edad al corte del híbrido de maíz blanco Asgrow 7573 en el contenido de materia seca del forraje verde y del ensilado, así como en la composición química del ensilado.

Variables	Edad al corte, días pos siembra									EE ¹	Valor de <i>P</i>
	103	107	111	115	119	123	127	131	135		
Materia seca, %											
Forraje verde	22.3 ^f	26.2 ^e	29.5 ^d	28.7 ^{de}	27.8 ^{de}	34.0 ^c	43.4 ^b	45.2 ^b	49.8 ^a	1.040	<0.01
Ensilado	22.0 ^d	22.7 ^{cd}	26.0 ^{cd}	26.0 ^{cd}	25.0 ^{cd}	26.6 ^c	36.1 ^b	37.1 ^b	45.9 ^a	1.329	<0.01
Ensilado:											
MO ² , %	92.9 ^c	93.6 ^{bc}	93.9 ^{bc}	95.1 ^a	93.9 ^{bc}	94.6 ^{ab}	94.6 ^{ab}	94.5 ^{ab}	94.3 ^{ab}	0.153	0.05
PC ³ , %	8.0 ^a	7.1 ^{ab}	6.8 ^{abc}	6.8 ^{abc}	6.5 ^{bcd}	6.1 ^{bcd}	5.7 ^{cd}	5.6 ^{cd}	5.5 ^d	0.438	0.05
FDN ⁴ , %	66.6 ^a	60.9 ^b	51.8 ^{cd}	51.6 ^{cd}	52.1 ^{cd}	48.1 ^d	52.5 ^{cd}	49.7 ^d	56.0 ^{bc}	0.789	<0.01
FDA ⁵ , %	35.3 ^a	31.3 ^b	26.9 ^c	26.5 ^{cd}	26.9 ^c	23.2 ^{de}	26.1 ^{cde}	23.0 ^e	27.3 ^c	0.521	<0.01
Cenizas, %	7.1 ^a	6.5 ^{ab}	6.1 ^{abc}	4.9 ^c	6.1 ^{abc}	5.4 ^{bc}	5.4 ^{bc}	5.5 ^{bc}	5.8 ^{bc}	0.387	0.03
CIA ⁶ , %	2.6 ^{ab}	1.9 ^{abc}	2.5 ^{abc}	2.0 ^{abc}	2.2 ^{abc}	1.7 ^c	1.8 ^{bc}	1.9 ^{abc}	2.7 ^a	0.101	0.05
pH	3.8 ^{bcd}	3.7 ^{cd}	3.6 ^d	3.9 ^{bcd}	3.9 ^{bcd}	4.1 ^{ab}	4.0 ^{abc}	4.3 ^a	4.1 ^{ab}	0.038	<0.01

¹Error estándar de La media; ²MO = Materia orgánica; ³PC = Proteína cruda; ⁴FDN = Fibra insoluble en detergente neutro; ⁵FDA = Fibra insoluble en detergen ácido; ⁶CIA = Cenizas insolubles en ácido.

a, b, c, d, e Literales distintas en un mismo renglón indican diferencia estadística al nivel de alfa declarado en la columna Valor de *P*.

Fibra detergente neutro. Los valores de FDN disminuyeron desde 66.6% hasta 48.1% durante los 103 a 123 días de crecimiento, para después aumentar hasta 56% a los 135 días de crecimiento; esta disminución en el contenido, es debido al mayor contenido de grano en la planta entera al avanzar su madurez (Bal *et al.*, 1997); valores similares a este estudio fueron encontrados por Miron *et al.* (2007), Islam *et al.* (2012), así como Rezaei *et al.* (2015). Los valores de FDN mostraron un comportamiento cuadrático descrito por la ecuación: $FDN = 695.47 - [10.527 * \text{días}] + [0.0429 * \text{días}^2]$; ($P < 0.00001$; R^2 ajustada = 0.61).

Fibra detergente ácido. El contenido de FDA presentó comportamiento similar al de FDN, donde disminuyó de 35.3% hasta 23.2% de los días 103 a 123 respectivamente, para posteriormente aumentar hasta 28.7% a los 135 días de edad; estos valores son

similares al rango de entre 29.04 a 31.5% encontrado por otros autores en ensilados de maíz amarillo (Abdelhadi y Santini, 2006; Albarenga *et al.*, 2011; Islam *et al.*, 2012); el comportamiento es descrito por la ecuación $FDA = 367.98 - [5.5048 \cdot \text{días}] + [0.0220 \cdot \text{días}^2]$; ($P < 0.00001$; R^2 ajustada = 0.58).

pH. Los valores de pH aumentaron a medida que la madurez de la planta se incrementó, desde un valor de 3.8 el día 123, hasta 4.1 el día 135. El pH del ensilado incrementó linealmente ($P < 0.00001$) a medida que aumentó la edad al corte; dicho comportamiento es descrito por la ecuación $pH = 1.9706 + (0.0165 \cdot \text{días al corte})$; ($P < 0.00001$; R^2 ajustada = 0.55). Los valores de pH del ensilado entre los días 123 y 135 de edad al corte, caen en el rango de pH entre 3.85 y 4.1; considerado como el adecuado para un ensilado de buena calidad (Bal *et al.*, 1997; Basso *et al.*, 2014).

De manera general, el corte de la planta antes de los 115 días, indujo un valor de pH menor ($P < 0.01$) que el de los ensilados provenientes de plantas que fueron cortadas a los 123 días. Los valores de pH menores en ensilado asociados con un alto contenido de humedad se han reportado previamente (Miron *et al.*, 2007; Helander *et al.*, 2015), y se explica por una alta disponibilidad de carbohidratos fácilmente solubles, los que son transformados en ácido láctico, acetato y trazas de etanol (Bal *et al.*, 1997; Miron *et al.*, 2007). Varios autores reportan valores similares a los encontrados en el presente estudio (Negri *et al.*, 2014; Zaralis *et al.*, 2014; Helander *et al.*, 2015).

Una disminución en los valores de pH, debido al ensilado de plantas tiernas con un menor contenido de MS (Alves *et al.*, 2011), implica una disminución superior al 5% en su contenido de energía metabolizable (NRC, 2001); en tanto que el utilizar plantas maduras para elaborar ensilados, también induce una disminución en el contenido de energía metabolizable del ensilado cercana a un 6% (NRC, 2001).

Los resultados sugieren que en el caso del híbrido de maíz blanco Asgrow 7573, una edad cercana a los 123 días, es apropiada para ser cortado cuando se destina a preparar ensilajes con él, y que el límite mayor permisible se ubica alrededor de los 127 días después de su siembra; por lo que de acuerdo a la composición químico-nutricional del ensilado, la edad al corte recomendable oscila entre los 123 y los 127 días. Si bien estos resultados son una primera aportación para ubicar las edades al corte para maíz blanco, los resultados son solamente aplicables para el híbrido utilizado en el actual experimento, dado que es necesario valorar la respuesta en otras variedades de maíz blanco, tanto de madurez temprana como tardía.

CONCLUSIÓN

Los resultados de la composición químico nutricional del ensilado del híbrido de maíz blanco Asgrow 7573; sugieren que la edad apropiada para el corte oscila entre los días 123 y 127 después de la siembra.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa por las facilidades prestadas para la realización del trabajo de campo. A Ganadera los Migueles S. A. de C.V. por la ayuda prestada a la realización del trabajo y al Ing. Agrónomo José Reyes Pellegrín, por la asesoría prestada durante el manejo del cultivo.

LITERATURA CITADA

ABDELHADI LO, Santini FJ. Corn silages vs. grain sorghum silage as a supplement to growing steers grazing high quality pastures: effects of performance and ruminal fermentation. *Animal Feed Science and Technology*. 2006; 127:33-43. doi:10.1016/j.anifeedsci.2005.08.010

ALVARENGA SS, Campos SVF, Detmann E, Ferreira RDV, Mendes JRR, Mello PA. Different forage sources for F1 Holstein×Gir dairy cows. *Livestock Science*. 2011; 142:48–58. doi:10.1016/j.livsci.2011.06.017

ALVES SP, Cabrita ARJ, Jeronimo E, Bessa RJB, Fonseca AJM. Effect of ensiling and silage additives on fatty acid composition of ryegrass and corn experimental silages. *Journal of Animal Science*. 2011. 89: 2537-2545. doi: 10.2527/jas.2010-3128

AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA. 1990. ISBN 0-935584-42-0

ARRIOLA KG, Kim SC, Huisden CM, Adesogan AT. Stay-green ranking and maturity of corn hybrids: 1. Effects on dry matter yield, nutritional value, fermentation characteristics, and aerobic stability of silage hybrids in Florida. *Journal Dairy Science*. 2012; 95: 964–974. doi: 10.3168/jds.2011-4524

BAL MA, Coors JG, Shaver RD. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. *Journal Dairy Science*. 1997; 80:2497–2503. doi:[10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76202-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76202-7)

BASSO FC, Adesogan AT, Lara EC, Rabelo CHS, Berchielli TT, Teixeira IAMA, Siqueira GR, Reis RA. Effects of feeding corn silage inoculated with microbial additives on the ruminal fermentation, microbial protein yield, and growth performance of lambs. *Journal of Animal Science*. 2014; 92:5640–5650. doi:10.2527/jas2014-8258

DUNIERE L, Jin L, Smiley B, M. Qi, Rutherford W, Wang Y, McAllister T. Impact of adding *Saccharomyces* strains on fermentation, aerobic stability, nutritive value, and select lactobacilli populations in corn silage. *Journal of Animal Science*. 2015; 93:2322–2335. doi:[10.2527/jas.2014-8287](https://doi.org/10.2527/jas.2014-8287)

FERRARETTO LF, Crump PM, Shaver RD. Meta-analysis: Effect of corn silage harvest practices on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2013; 96:533–550. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5932>

FILYA I. Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. *Animal Feed Science and Technology*. 2004; 116:141–150. doi:10.1016/j.anifeedsci.2004.06.003

GONZÁLEZ FC, Peña AR, Núñez GH. Etapas de corte, producción y calidad forrajera de híbridos de maíz de diferente ciclo biológico. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 2006; 29(2):103–107. <http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/29-2%20Especial%202/18a.pdf>

HELANDER C, Nørgaard P, Zaralis K, Martinsson K, Murphy M, Nadeau E. Effects of maize crop maturity at harvest and dietary inclusion rate of maize silage on feed intake and performance in lambs fed high-concentrate diets. *Livestock Science*. 2015; 178:52–60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2015.05.002>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía.). 2013. <http://www.inegi.org.mx/>. 30 de junio 2013.

ISLAM MR, Garcia SC, Horadagoda A. Effects of irrigation and rates and timing of nitrogen fertilizer on dry matter yield, proportions of plant fractions of maize and nutritive value and in vitro gas production characteristics of whole crop maize silage. *Animal Feed Science and Technology*. 2012; 172:125–135. doi:10.1016/j.anifeedsci.2011.11.013

KENNINGTON LR, Hunt CW, Szasz JI, Grove AV, Kezar W. Effect of cutting height and genetics on composition, intake, and digestibility of corn silage by beef heifers. *Journal of Animal Science*. 2005; 83:1445–1454. doi:10.2527/2005.8361445x

MIRON J, Zuckerman E, Adin G, Solomon R, Shoshani E, Nikbachat M, Yosef E, Zenou A, Weinberg ZG, Chen Y, Halachmi I, Ghedalia DB. Comparison of two forage sorghum varieties with corn and the effect of feeding their silages on eating behavior and lactation performance of dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*. 2007; 139:23–39. doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.01.011

NEGRI M, Bacenetti J, Manfredini A, Lovarelli D, Fiala M, Maggiore TM, Bocchi S. Evaluation of methane production from maize silage by harvest of different plant portions. *Biomass and Bioenergy*. 2014; 67:339–346. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.05.016>

NASEM. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Eighth Revised Edition. The National Academies Press. Washington, D.C. 2016:312. ISBN 978-0-309-31702-3; doi: 10.17226/19014.

NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. The National Academy Press. Washington, D.C. 2001:13-21 y 284. ISBN 0-309-06997-1

NÚÑEZ HG, Contreras EFG, Contreras RF. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Téc. Pecu. Méx.* 2003; 41 (1): 37 - 48.

<http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/editorial/index.php/Pecuarias/article/viewFile/1332/1327>

NÚÑEZ HG, Payán JA G, Peña AR, González FC, Ruiz OB, Arzola CA. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias.* 2010; 1(2):85–98.

<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v1n2/v1n2a1.pdf>

REZAEI J, Rouzbehan Y, Zahedifar M, Fazaeli H. Effects of dietary substitution of maize silage by amaranth silage on feed intake, digestibility, microbial nitrogen, blood parameters, milk production and nitrogen retention in lactating Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology.* 2015; 202:32–41.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.01.016>

ROBINSON PH, Swanepoel N, Heguy JM, Price T, Meyer DM. Shrink losses in commercially sized corn silage piles: quantifying total losses and where they occur. *Science of the Total Environment.* 2016; 542:530-539.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.090>

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), SIAP (Servicio de Informacional Agroalimentaria y Pesquera). 2013. <http://www.siap.gob.mx/>. 25 de junio 2013

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2016. <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/maiz-blanco-y-amarillo-alimentacion-e-industria?idiom=es>. 09 de septiembre 2016

STATISTIX 9. User's Manual. Analytical Software. 2007: 243-246, 287-289, y 296-314. ISBN 978-1-881789-07-9.

STEEL R, Torrie J. Bioestadística. Segunda edición. Mc Graw Hill. 1988:188-194. ISBN 968-451-495-6.

VAN SOEST PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*. 1991; 74(10):3583-3597.

doi: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

SU-JIANG Z, Chaudhry AS, Ramdani D, Osman A, Xue-feng G, Edwards GR, Cheng L. Chemical composition and *in vitro* fermentation characteristics of high sugar forage sorghum as an alternative to forage maize for silage making in Tarim Basin, China. *Journal of Integrative Agriculture*. 2016; 15(1):175–182.

doi: 10.1016/S2095-3119(14)60939-4

ZARALIS K, Nørgaard P, Helander C, Murphy M, Weisbjerg MR, Nadeau E. Effects of maize maturity at harvest and dietary proportion of maize silage on intake and performance of growing/finishing bulls. *Livestock Science*. 2014; 168:89–93.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2014.07.013>

Artículo Original. Septiembre-Diciembre 2016; 6(3):24-34. Recibido: 27/08/2016. Aceptado: 06/10/2016.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2016.63.2>

Response to the additional intake of different levels of organic zinc on the seminal quality of hair lambs

Respuesta al consumo adicional de zinc orgánico en la calidad seminal de ovinos de pelo

Rodríguez-Gaxiola Miguel m_angel2412@hotmail.com, **Romo-Valdez Juan**

romo_14@hotmail.com, **Ortiz-López Briceida** brithy18@hotmail.com, **Barajas-Cruz Rubén**

rubar@uas.edu.mx, **Gaxiola-Camacho Soila** soilagaxiola2@gmail.com, **Romo-Rubio Javier***

romo60@uas.edu.mx

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa; Boulevard San Ángel s/n, Colonia San Benito, Culiacán, Sinaloa, México, CP 80246. Autor responsable y de correspondencia: romo60@uas.edu.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la respuesta al consumo adicional de diferentes niveles de zinc orgánico en la calidad seminal de ovinos de pelo, se utilizaron 9 borregos prepúberes (entre los 3 ½ a 4 ½ meses de edad) con un peso promedio de 13 kg, los cuales fueron asignados a uno de tres tratamientos en un diseño experimental completamente al azar. Los tratamientos consistieron: 1) Testigo (T; n = 3), los borregos recibieron una dieta a base de maíz-soya-forraje, sin adición de zinc (Zn); 2) ZnMet35, dieta testigo más la adición de 35 ppm de Zn a partir de metionina de Zn (ZnMet) y 3) ZnMet70, dieta testigo más la adición de 70 ppm de Zn. La investigación se llevó a cabo entre los meses de julio de 2009 a abril de 2010. El consumo de dietas adicionadas con 70 ppm de Zn elevó ($P < 0.05$) el volumen del eyaculado (0.9696 vs. 0.7773 y 0.6864 mL) y la cantidad total de espermatozoides por eyaculado (1955.9 vs. 1463 y 1301.1 millones), mejoró ($P < 0.05$) el porcentaje de espermatozoides con morfología normal (92.870 vs. 89.045 y 86.818%) y elevó ($P = 0.09$) la concentración plasmática de testosterona (403.87 vs. 332.12 y 264.59 ng/dL) respecto de los borregos que consumieron dietas adicionadas con 35 ppm de Zn orgánico y los del grupo testigo, respectivamente. Se concluye que el consumo adicional de 70 ppm de Zn a partir de ZnMet eleva el volumen, la cantidad y calidad de espermatozoides del eyaculado, así como la concentración plasmática de testosterona en ovinos de pelo criados en condiciones subtropicales.

Palabras claves: zinc, calidad seminal, borregos.

ABSTRACT

With the objective to evaluate the response of additional intake of different levels of organic zinc on the seminal quality of hair lamb, nine prepubertal lambs were used (between 3.5 to 4.5 months of age) with an average weight of 13 kg and assigned to one of three treatments in an experimental design completely randomized. The treatments consisted on 1) Control (C; n = 3); the lambs received a diet from corn-soybean meal-forage, without addition of organic zinc (Zn); 2) ZnMet35, control diet plus addition of 35 ppm zinc from Zn methionine (ZnMet); and 3) ZnMet70, control diet plus addition of 70 ppm Zn. The investigation was carried out between July 2009 and April 2010. The consumption of the diet supplemented with 70 ppm organic Zn raised the seminal volume ($P < 0.05$), (0.9696 vs. 0.7773 y 0.6864 mL), and the total of spermatozoa per ejaculation (1955.9 vs. 1463 and 1301.1 millions), improved ($P < 0.05$) the percentage of spermatozoa with normal morphology (92.870 vs. 89.045 and 86.818 %), as well as the plasmatic concentration of testosterone (403.87 vs. 332.12 and 264.59 ng/dL; $p = 0.09$) respect to the treatments that received a diet supplemented with 35 ppm of organic Zn, and the control group, respectively. It is concluded, that consumption of diet supplemented with 70 ppm of Zn from ZnMet, raises the ejaculated volume, quantity, quality of spermatozoa, and raises the plasmatic concentration of testosterone, in hair lambs breeding in the subtropical zone.

Keyword: zinc, seminal quality, lamb.

INTRODUCCIÓN

El zinc es un elemento traza que interviene en más de 2700 enzimas, principalmente con funciones catalíticas en el 70% de los casos; también es parte estructural, actúa como sustrato o como regulador de la actividad enzimática (Andreini y Bertini, 2012); presenta características antioxidantes (Bray y Bettger, 1990; Zago y Oteiza, 2001), protegiendo al esperma, al igual que a otras células, contra el daño oxidativo y la oxidación de lípidos, inhibiendo la fosfolipasa (Eggert *et al.*, 2002), mejorando la calidad espermática (Rolf *et al.*, 1999).

La producción de espermatozoides pasa por muchas divisiones celulares y esto requiere grandes cantidades de zinc, ya que está involucrado en el metabolismo del ácido nucleico y de las proteínas, por lo que es esencial en la diferenciación y replicación celular (Underwood, 1981). En los túbulos seminíferos activa y mantiene el epitelio germinativo (Wong *et al.*, 2002); ayuda a codificar los factores de transcripción involucrados en la espermatogénesis (Bedwal y Bahuguna, 1994). En la motilidad espermática controla la utilización de la energía por el sistema del ATP (El-Masry y Kamal, 1994). Además es esencial en la producción de muchas hormonas sexuales, incluyendo la testosterona, gonadotropinas y hormonas relacionadas (Hambidge *et al.*, 1986; Wong *et al.*, 2002).

El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar la respuesta al consumo adicional de diferentes niveles de zinc orgánico en la calidad seminal de ovinos de pelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño experimental. El trabajo se realizó en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicada en el municipio de Culiacán, Sinaloa. Se utilizaron 9 machos ovinos de pelo, pre púberes (entre los 3 ½ a 4 ½ meses de edad), con un peso promedio de 13 kg, los que fueron asignados a uno de 3 tratamientos en un diseño experimental completamente al azar. Los tratamientos consistieron en: 1) Testigo (T; n = 3); los borregos recibieron una dieta a base de maíz-soya-forraje (Cuadro 1) sin adición de zinc; 2) ZnMet35 (n = 3); dieta similar al testigo más la adición de 35 ppm de Zn a partir de metionina de zinc (^{MR}Zipro Corporation); y 3) ZnMet70 (n = 3); dieta similar al testigo con adición de 70 ppm de Zn a partir de metionina de zinc (ZnMet). Los animales se alojaron en tres corrales totalmente techados, cada corral alojó a 3 animales; tuvieron acceso permanente a agua de bebida. El alimento se dio en dos porciones (mañana y tarde).

A la llegada de los animales se tomaron muestras de sangre y de excremento para determinar la presencia o no de hemoparásitos y parásitos gastrointestinales. Los animales recibieron tratamiento farmacológico, con Albendazol (0.075 gr/animal) y Doramectina (5 mg/animal) como tratamiento contra parásitos; fueron vacunados contra *Clostridium* y *Haemophilus*; se les aplicó vitamina ADE (.5 mL/animal; 250 000 UI de

vitamina A, 37 000 UI de vitamina D3 y 25 UI de vitamina E), minerales y aminoácidos esenciales (5mL/animal). Tuvieron un periodo de adaptación de 15 días.

Mediciones: después del periodo de adaptación los animales recibieron la dieta alimenticia, de acuerdo al tratamiento asignado; en el día 1 (inicio) del experimento se midió la circunferencia escrotal, y posteriormente, ésta se realizó mensualmente. También se tomó una muestra sanguínea a cada borrego de los diferentes tratamientos, para medir los niveles de testosterona y los muestreos posteriores se realizaron cada mes. Las muestras de sangre, se tomaron por punción en la vena yugular.

El entrenamiento de los borregos para la eyaculación en vagina artificial se comenzó al inicio de la pubertad, alrededor de los 5 meses de edad, de acuerdo a lo recomendado por Méndez *et al.* (2005).

Entre los meses de marzo y abril de 2010, se tomaron muestras seminales semanalmente a cada uno de los borregos en estudio. En el semen recolectado se midieron los siguientes parámetros: volumen del eyaculado, concentración espermática, motilidad espermática, viabilidad espermática y morfología.

Recolección seminal. La técnica utilizada para la recolección seminal fue por medio de vagina artificial tipo francesa, la cual en su interior tuvo una temperatura de 40-42°C; el semen se contuvo en un tubo graduado de 10 mL (I.M.V. Technology); inmediatamente después de tener la muestra se colocó en una plantilla caliente a 37°C (Minitube^R).

Evaluación seminal

Volumen. El volumen del eyaculado se midió directamente en el tubo de recogida, de acuerdo a lo propuesto por Aisen (2004).

Motilidad en masa. Se determinó colocando una gota de semen en un portaobjeto (Pearl 25.4 x 76.2 mm) limpio y temperado a 37°C; y observándose con un aumento de 40x, de acuerdo con Mellishon y Gallegos (2006). Se realizó un estimado subjetivo de la motilidad basándose en el vigor de las ondas y su actividad; se cuantificó en una escala de 6 puntos (0 = sin movimiento a 5 = ondas vigorosas), según lo propuesto por Evans y Maxwell (1990).

Motilidad individual. Se determinó colocando una gota del diluyente y una gota pequeña de semen fresco en un portaobjeto templado a 37°C, para posteriormente homogeneizarlas; colocando un cubre-objeto y observando con un aumento de 100x. Se observaron varios campos sobre la laminilla y se determinó el porcentaje de espermatozoides que mostraron movimiento rectilíneo progresivo; los espermatozoides que giraron en círculo o avanzaron en forma oscilatoria, fueron considerados con movimientos anormales (Mellishon y Gallegos, 2006).

Concentración espermática. El conteo espermático se realizó por medio del método de fotocolorímetro, utilizando un fotómetro marca Spermacue.

Viabilidad y morfología. Para determinar el porcentaje de espermatozoides vivos y muertos, así como la morfología, se utilizó la técnica de tinción eosina-nigrosina de acuerdo a lo descrito por Evans y Maxwell (1990).

Toma de muestra sanguínea. Las muestras sanguíneas se tomaron por punción yugular, utilizando tubos estériles sin anticoagulantes (Tyco healthcare group), y agujas para sistema bacutainer de roscado (Venojet, 0.8 x 40 mm). Para separar el plasma, las muestras de sangre fueron centrifugadas (centrifuga C-600, SOL-BAT S.A.), por 15 minutos a 1500 rpm; el plasma se depositó en micro tubos y se almacenaron a -20°C hasta su análisis.

Determinación de la concentración plasmática de testosterona. Las muestras de plasma fueron enviadas al laboratorio de reproducción de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde se determinó la concentración plasmática de testosterona, utilizando la técnica de radio-inmuno-análisis en fase sólida, con un kit comercial (TKTT-2).

Medición de la circunferencia escrotal. La circunferencia escrotal se midió cada mes, utilizando una cinta métrica en la región de mayor circunferencia de ambos testículos (Méndez *et al.*, 2005); cada una de las mediciones fue registrada.

Análisis estadístico. A los datos numéricos se les aplicó un análisis de varianza para un diseño completamente al azar (Steel y Torrie, 1985), utilizando el módulo de análisis de Varianza/covarianza del procedimiento para Modelos Lineales Generales de la Versión 8, del Paquete Estadístico Statistix®, se fijó un alfa máximo de 0.05 para aceptar diferencia estadística y se consideró a cada borrego como la unidad experimental. El modelo matemático utilizado fue: $Y_{ijk} = M_j + T_j + \epsilon_{ijk}$; donde: Y_{ijk} = variable de respuesta, M_j = media general de la característica estudiada, T_j = Efecto de los diferentes niveles de zinc y ϵ_{ijk} = error experimental o aleatorio.

Cuadro 1. Composición de dieta (BH) proporcionada a los borregos durante el experimento.

Ingredientes	Inclusión en base humedad (Kg)	
	Base húmeda	Base seca
Rastrojo de maíz	15.0	15.14
Maíz	59.2	59.72
Pasta de soya	18.5	18.67
Melaza de caña	6.0	5.05
Acid- Phos ¹	0.5	0.53
Piedra caliza	0.8	0.89
Total	100 %	100%
Análisis Calculado (en base seca) ²		
Proteína cruda %		13.66
Energía neta de mantenimiento. Mcal/Kg.		1.907
Calcio %		0.50
Fósforo %		0.34
Zinc mg/Kg		19.66

¹Acid-Phos^{MR} (Técnica Mineral Pecuaria, S.A. de C.V.) Premezcla preventiva para problemas de urolitiasis. ²Calculado en base a valores publicados (NRC, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de dietas adicionadas con 70 ppm de zinc elevó ($P < 0.05$) el volumen del eyaculado (0.9696 vs. 0.7773 y 0.6864 mL) y la cantidad total de espermatozoides por eyaculado (1955.9 vs. 1463 y 1301.1 millones), mejoró ($P < 0.05$) el porcentaje de espermatozoides con morfología normal (92.870 vs. 89.045 y 86.818 %) y elevó ($P = 0.09$) la concentración plasmática de testosterona (403.87 vs. 332.12 y 264.59 ng/dL). Respecto de los borregos que consumieron dietas adicionadas con 35 ppm de zinc orgánico y los del grupo control respectivamente; la información resumida se presenta en el Cuadro 2.

La respuesta observada por el consumo adicional de diferentes niveles de Zinc orgánico durante un periodo de 9 meses, indican que el consumo de dietas adicionadas con 70 ppm de zinc a partir de metionina de zinc elevan el volumen del eyaculado ($P < 0.05$) y la concentración sérica de testosterona ($P < 0.09$); estos resultados son similares a los reportados por Kumar *et al.* (2006) quien al utilizar dietas adicionadas con 0, 35 y 70 ppm de zinc a partir de sulfato de zinc y 35 ppm de propionato de zinc, observó que a medida que se incrementó el nivel de adición de zinc a las dietas ofrecidas a toros cruzados, se obtuvo un mayor volumen de eyaculado y concentración sérica de testosterona en comparación con el control. También, Cupic *et al.* (1998), observó un incremento en el volumen del eyaculado, cuando se suplementó con sulfato de zinc en la dieta de toros. Sin embargo estos resultados no coinciden con los encontrados por Luque *et al.* (2009), quien al suplementar metionina de zinc durante 5 meses a ovinos previos a la evaluación seminal, bajo condiciones climáticas similares a las de este estudio; no observaron modificaciones en el eyaculado. Desde el punto de vista fisiológico el Zn es calificado

como un micronutriente crítico, que posee propiedades multifuncionales en el organismo. En el sistema reproductivo del macho, existe en altas concentraciones y participa en el funcionamiento normal de testículos, próstata y epidídimo (García-Contreras *et al.*, 2011). En los testículos, el Zn se encuentra principalmente en las células de Leydig (CL), espermatogonias tipo B, y en las espermátidas (Croxford *et al.*, 2011). Las CL ocupan aproximadamente el 50% del compartimiento intertubular del testículo, por lo que el consumo de Zn es fundamental (Almeida *et al.*, 2006) para el adecuado funcionamiento testicular.

El retículo endoplasmático liso (REL), es el orgánulo citoplásmico más notable de las CL, por ser el lugar de acción de una serie de enzimas que intervienen en la síntesis de testosterona; donde el Zn favorece dicha síntesis (Hesketh, 1982). También se ha reportado que el zinc estimula el crecimiento y el desarrollo de órganos sexuales primarios, secundarios y accesorios en borregos; además se ha observado atrofia de éstos cuando los borregos son alimentado con dietas deficientes en zinc (Martin *et al.* 1994). La principal fuente de zinc en el semen es la próstata, donde hay altas concentraciones de este micromineral, y es el principal indicador de la función prostática (Elzanaty *et al.* 2004; Nagamine *et al.* 1990).

Cuadro 2. Efecto del consumo adicional de diferentes niveles de zinc orgánico, la calidad seminal, concentración sérica de testosterona y desarrollo testicular en ovinos de pelo.

Variable	Tratamientos			EEM ¹	Valor de P
	I Testigo	II 35 ppm ZnMet	III 70 ppm ZnMet		
Semental, n	3	3	3		
Muestra seminal, n	22	22	23		
Volumen, mL	0.6864 ^b	0.7773 ^b	0.9696 ^a	0.0399	0.05
Espermatozoides totales por colección, mill.	1301.1 ^b	1463.0 ^{ab}	1955.9 ^a	131.49	0.05
Concentración, millones/mL	1997.5	1777.5	1932.8	99.322	0.66
Motilidad individual, %	75.909	76.636	79.087	1.8699	0.77
Motilidad masal, escala de 0-5	3.6591	3.5909	3.7174	0.1408	0.93
Viabilidad, %	79.00	81.500	85.609	2.1560	0.45
Morfología normal, %	86.818 ^b	89.045 ^{ab}	92.870 ^a	1.1545	0.05
Circunferencia escrotal inicial, cm	17.167	16.667	17.5	0.9497	0.95
Circunferencia escrotal final, cm	28.667	27.333	28.333	0.7536	0.80
Concentración de testosterona sérica, ng/dL	264.59 ^b	332.12 ^{ab}	403.87 ^a	33.681	0.09

^{a,b} Literales diferentes en el mismo renglón indican diferencias estadísticas significativas, ¹ Error Estándar de la Media.

El total de espermatozoides por eyaculado fue modificado ($P < 0.05$) por los tratamientos, observándose que los borregos que recibieron alimento adicionado con 70 ppm de zinc a partir de metionina de zinc, tuvieron una mayor producción espermática por eyaculado; lo que concuerda a lo observado en hombres (Wong *et al.*, 2002), borregos (Kendall *et al.*, 2000) y toros (Cupic *et al.*, 1998; Kumar *et al.*, 2006); cuando recibieron dietas

adicionadas con zinc. Luque *et al.* (2009) al proporcionar dietas adicionadas con Zn a niveles máximos de 45 ppm no observó mejoras en esta variable. La respuesta obtenida con niveles de adicción de 70 ppm, se pudo deber a la mayor cantidad de Zn disponible en el organismo, dado que la producción de espermatozoides pasa por muchas divisiones celulares; por ende requiere grandes cantidades de zinc, ya que está involucrado en el metabolismo del ácido nucleico y de las proteínas; por lo tanto es esencial en la diferenciación y replicación celular (Underwood, 1981).

También se ha observado que en los túbulos seminíferos activa y mantiene el epitelio germinativo (Wong *et al.*, 2002); ayuda a codificar los factores de transcripción involucrados en la espermatogénesis (Bedwal y Bahuguna, 1994); además, las enzimas sorbitol deshidrogenasa y lactato deshidrogenasa son metaloenzimas dependientes del zinc, las cuales están involucradas en la espermatogénesis (Eggert *et al.* 2002). Todo ello puede explicar el incremento en el número de espermatozoides por eyaculado observados en el presente estudio en los borregos que consumieron dietas con niveles adicionales de 70 ppm de Zn orgánico.

El porcentaje de espermatozoide con morfología anormal se redujo ($P < 0.05$) en los borregos que recibieron la dieta adicionada con 70 ppm de zinc, a partir de metionina de Zn; estos resultados concuerdan con los reportados por Arthington *et al.* (2002), quien al proporcionar alimento adicionado con diferentes niveles y fuentes de zinc, por un periodo de 126 días a toros, encontraron una disminución en el porcentaje de anomalías. Sin embargo estos resultados no coinciden con los reportados por Kumar *et al.* (2006) y Luque *et al.* (2009), quienes no observaron una respuesta favorable al consumo adicional de zinc en la reducción de anomalías espermáticas en toros, cabras y borregos, respectivamente.

Las anomalías espermáticas se deben a fallas en la espermatogénesis (Barth y Oko, 1989; Barrio, 2002), relacionadas con los cambios cualitativos y cuantitativos del material nuclear y de los órganos de origen citoplasmático, así como por perturbaciones bioquímicas del plasma seminal; debido a procesos inflamatorios del testículo y de las glándulas sexuales accesorias; así como también al aumento o disminución de la temperatura en el testículo y por manipulaciones del semen durante su procesamiento (De Serrano *et al.*, 1989).

Como ya se mencionó, los espermatozoides pasan por diversas divisiones celulares (Underwood, 1981), por lo que asegurar niveles adecuados de Zn en el organismo animal puede disminuir las anomalías espermáticas. Underwood y Somers (1969) reportaron que la suplementación con zinc a borregos aumenta la producción diaria de espermatozoides y reduce la proporción de anomalías espermáticas, lo que coincide a lo observado en el presente trabajo.

En los borregos que recibieron alimento adicionado con 70 ppm de zinc, se observó una tendencia ($p = 0.09$) a incrementar los niveles plasmáticos de testosterona en comparación con los tratamientos ZnMet35 y el control (403.87 vs. 332.12 y 264.59 ng/dL). Estos resultados son similares a los reportados en toros (Kumar *et al.*, 2006; Xin *et al.*, 2007), en humanos (Hartoma *et al.*, 1977) y en conejos (El-Masry *et al.*, 1994). Sin embargo, son diferentes a los observados por Luque *et al.* (2009) al adicionar niveles máximos de 45 ppm de Zn orgánico. El aumento de los niveles plasmáticos de testosterona, se puede atribuir a la función del zinc en la esteroidogénesis testicular, ya que activa el sistema adenilciclasa, que estimula la síntesis de testosterona (El-Masry *et al.*, 1994); además es un componente de las proteínas involucradas en las síntesis y secreción de testosterona (Kumar *et al.*, 2006).

La concentración espermática, motilidad masal, motilidad individual y circunferencia escrotal no fueron modificadas ($P > 0.45$) por los tratamientos. Estos resultados son similares a los observados por Luque *et al.* (2009) y Arthington *et al.* (2002).

Los resultados obtenidos indican que la calidad seminal en borregos de pelo está relacionada con los niveles de Zn contenidos en la dieta, por lo que es necesario seguir investigando los niveles de adición óptimos, en los que se obtenga la mejor respuesta en la calidad seminal de los borregos, dado que la cantidad de estudios es limitada en esta especie animal y en especial en animales criados bajo condiciones de trópico seco.

CONCLUSIÓN

El consumo de dietas adicionadas con 70 ppm de zinc orgánico a partir de metionina de zinc eleva el volumen y la producción de espermatozoides por eyaculado, disminuye la proporción de espermatozoides con anomalías morfológicas y eleva la concentración plasmática de testosterona en ovinos de pelo criados en condiciones subtropicales.

LITERATURA CITADA

ANDREINI C, Bertini I. A bioinformatics view of zinc enzymes. *Journal of Inorganic Biochemistry*. 2012; 111:150-6. doi:10.1016/j.jinorgbio.2011.11.020

AISEN EG. Reproducción ovina y caprina. Inter-médica. 2004: 206. ISBN 9505552785

ALMEIDA FFL, Marcelo CL, Luiz RF. Testis Morphometry, Duration of Spermatogenesis, and Spermatogenic Efficiency in the Wild Boar (*Sus scrofa scrofa*)¹. *Biology of Reproduction*. 2006; 75:792–799. DOI 10.1095/biolreprod.106.053835.

ARTHINGTON JD, Johnson KR, Corah LR, Willms CL, Hill DA. The effects of dietary Zinc concentration and source on yearling bull growth and fertility. *The Professional Animal Scientist*. 2002; 18: 282-285. doi:10.15232/S1080-7446(15)31534-5.

BARRIO AD. Evaluación de la calidad y capacidad fecundante de espermatozoides de la cola del epidídimo de toros post-mortem. XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. 2002.

www.avpa.ula.ve/congresos/cd_xi_congreso/pdf/diegotbarrios.PDF

BARTH AD, Oko RJ. Abnormal morphology of bovine spermatozoa. Iowa State University. Press/Ames. 1989: 285. ISBN 0813801125 9780813801124

BEDWAL RS, Bahuguna A. Zinc, copper and selenium in reproduction. *Experientia*. 1994; 50(7):625–640. www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8033970

BRAY TM, Bettger WJ. The physiological role of zinc as an antioxidant. *Free Radical Biology and Medicine*. 1990; 8(3):281–291. www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2187766

CROXFORD TP, McCormick N H, Kelleher SL. Moderate Zinc Deficiency Reduces Testicular Zip6 and Zip10 Abundance and Impairs Spermatogenesis in Mice¹⁻³. *The Journal of Nutrition*. 2011; 141:359-365. doi:10.3945/jn.110.131318.

CUPIC Z, Sinovec Z, Veselinovic S, Ivkov O, Veselinovic S, Medic D, Ivancev N, Grubac S. The effect of dietary zinc, on semen quality in holstein-friesian bulls. 4th International Symposium on Animal Reproduction, Ohrid, Macedonia. 1998:96-98

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.549.5946&rep=rep1&type=pdf>

DE SERRANO GL, Fuentes A, Valle A, Regueiro C. Estudio de las anomalías espermáticas de los verracos en relación con raza y época. *Zootecnia Tropical*. 1989; 7(1-2):93-117.

http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt0712/texto/estudio.htm

EGGERT KW, Zwick EM, Batschulat K, Rohr G, Armbruster FP, Petzoldt D, Strowitzki T. Are zinc level in seminal plasma associated with seminal leukocyte and other determinant of semen quality. *Fertility and Sterility*. 2002; 7(2):260–269.

[http://dx.doi.org/10.1016/S0015-0282\(01\)02974-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0015-0282(01)02974-0)

EL-MASRY K, Kamal TH. Influences of season and dietary supplementation with selenium and vitamin E or zinc on some blood constituents and semen quality of New Zealand White rabbit males. *World Rabbit Science*. 1994; 2(3):79–86.

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/.../221-371-1-SM.pdf>

ELZANATY S, Malm J, Giwercman A. Viscoelasticity of seminal fluid in relation to the epidymal and accessory sex gland function and its impact on sperm motility. *International Journal of Andrology*. 2004; 27(2):94-100.

doi:10.1046/j.1365-2605.2003.00455.x

EVANS G, Maxwell WMC. Salamon's artificial insemination of sheep and goats. Butterworths, Sydney. 1990:185. ISBN0409491772

GARCÍA-CONTRERAS A, De Loera J, García-Artiga C, Palomo A, Guevara JA, Herrera-Haro J, López-Fernández C, Johnston S, Gonsálvez J. Elevated dietary intake of Zn-methionate is associated with increased sperm DNA fragmentation in the boar. *Reproductive Toxicology*. 2011; 31(4):570–573. doi: 10.1016/j.reprotox.2010.12.003

HAMBIDGE KM, Casey CE, Krebs NF. Zinc. In: Mertz, W.D. Ed. Trace Elements in Human and Animal Nutrition 2. Academic Press, Orlando, FL. 1986:1-109.

ISBN 0-12-491252-4

HARTOMA TR, Nahoul K, Netter A. Zinc, plasma androgen and male sterility. *Lancet*. 1977; 2 (8048): 1125–1126. www.ponline.org/node/434785

HESKETH JE. Zinc-stimulated microtubule assembly and evidence for zinc binding to tubulin. *International Journal of Biochemistry*. 1982; 14(11):983-990.

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7141075

KENDALL NR, McMullen S, Green A, Rodway RG. The effect of a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus on trace elements status and semen quality of ram lambs. *Animal Reproduction Science*. 2000; 62(4):277-283.

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10924830

KUMAR N, Verma RP, Singh LP, Varshney VP, Dass RS. Effect of different levels and sources of zinc supplementation on quantitative semen attributes and serum testosterone level in crossbred cattle (*Bos indicus* X *Bos Taurus*) bulls. *Reproduction Nutrition Development*. 2006; 46: 663-675. doi:10.1051/rnd:2006041

LUQUE AM, Mendoza MI, García GD, Almeida VL, Valdez LM, Rodríguez MJ. Efecto de la adición de zinc en la dieta sobre las características cualitativas y cuantitativas del semen de ovinos. XIV Congreso latinoamericano de BUIATRÍA, Lima, Perú. 2009. www.engormix.com/MA.../xiv-congreso-latinoamericanobuiatria-2009-t788-info.htm

MARTIN GB, White CL, Markey CM, Blackberry MA. Effect of dietary zinc deficiency on the reproductive system of young male sheep: testicular growth and secretion of inhibin and testosterone. *Journal of Reproduction and Fertility*. 1994; 101:87-96.

doi:10.1530/jrf.0.1010087

MELLISHON E, Gallegos A. Manual de laboratorio de reproducción animal. 2006. <http://tarwi.lamolina.edu.pe/emellisho/reproduccion/Pract05.pdf>

MÉNDEZ JV, Quiroga TM, Martínez E, Ledezma AJ, Villalobos BJ. Pubertad en corderos Pelibuey nacidos de ovejas con reproducción estacional o continua. Revista Científica FCV-LUZ. 2005; XV(5):437-442. www.redalyc.org/articulo.oa?id=95915507

NAGAMINE CM, Chan K, Hake L, Lau YFC. The two-candidate testis-determining Y genes (Zfy-1 and Zfy-2) are differentially expressed in fetal and adult mouse tissues. *Genes & Development*. 1990; 4:63-74. genesdev.cshlp.org/content/4/1/63.full.pdf

NRC. National Research Council. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. 2007:112-149. ISBN: 978-0-309-10213-1

ROLF C, Cooper TG, Yeung CH, Nieschlag E. Antioxidant treatment of patients with asthenozoospermia or moderate oligoasthenozoospermia with high-dose vitamin C and vitamin E. *Human Reproduction*. 1999; 14(4):1028–1033.
doi: 10.1093/humrep/14.4.1028

STEEL GD, Torrie JH. Bioestadística: Principios y Procedimientos (2da. Ed.). McGraw-Hill, México, D. F. 1985:132-162. ISBN:0-07-060926-8

UNDERWOOD EJ. Mineral nutrition of livestock. UK by the MPG Books Group. 2010; 426-458. ISBN-13: 978 1 84593 472 9

UNDERWOOD EJ, Somers M. Studies of zinc nutrition in sheep: 1. the relation of zinc to growth, testicular development, and spermatogenesis in young rams. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1969; 20(5):889–897. <http://dx.doi.org/10.1071/AR9690889>

WONG WY, Merkus HM, Thomas CM, Menkveld R, Zielhuis GA, Steegers-Theunissen RP. Effect of folic acid and zinc sulphate on male factor sub fertility, a double blind, randomized placed controlled trial. *Fertility and Sterility*. 2002; 77(3): 491–498.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0015-0282\(01\)03229-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0015-0282(01)03229-0)

XIN F, Hou M, Li W, Li Y, Wang L, Song J, Zhang J. Effect of Different Levels of Zinc on Blood Physiological and Biochemical Parameters in Stud Holstein Bulls. *Chinese Journal of Animal Nutrition*. 2007; 19(5):1-5.

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:w7IXBu5ZN9MJ:www.chinajan.com/CN/article/downloadArticleFile.do%3FattachType%3DPDF%26id%3D8827+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=mx>

ZAGO MP, Oteiza PI. The antioxidant properties of zinc: interactions with iron and antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine*. 2001; 31(2):266–274.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0891-5849\(01\)00583-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0891-5849(01)00583-4)

Artículo Original. Septiembre-Diciembre2016; 6(3):35-46. Recibido: 26/09/2016. Aceptado: 28/11/2016.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2016.63.3>

Study of Lidia cattle social behavior using technology GPS-GPRS Estudio del comportamiento social del ganado de Lidia empleando tecnología GPS-GPRS

¹Lomillos-Pérez* Juan jmlomp@unileon.es ¹Alonso-de la Varga Marta marta.alonso@unileon.es

²García-García Juan gargarjj@itacyl.es ¹Gaudioso-Lacasa Vicente v.gaudioso@unileon.es

¹Departamento de Producción Animal, Universidad de León, España. ²Área de Investigación Ganadera. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería. Junta de Castilla y León, España. *Responsable y Correspondencia: Lomillos-Pérez, Juan Manuel. Departamento de Producción Animal. Universidad de León. Campus de Vegazana S/N, CP. 24007. León, España.
jmlomp@unileon.es

RESUMEN

El uso de la tecnología GPS en la monitorización de reses de Lidia nos permite disponer de datos de interés, en tiempo real, proporcionando información sobre los desplazamientos, territorio frecuentado, pautas de comportamiento, etc. En el presente trabajo se monitorizaron 9 animales de 3 ganaderías diferentes de la provincia de Salamanca (España), 3 en cada una, siendo sus características: madre (8-15 años) – hija (2 años) – independiente (4-5 años). Se diseñó una metodología que permitió extraer información de los datos de posición para profundizar en el conocimiento del comportamiento del ganado bovino en pastoreo, estudiando aspectos nada conocidos como el comportamiento social. Se calcularon las áreas de campeo de cada animal con una ocupación media del 92 % del espacio disponible en el cercado. Los animales tienden a iniciar su actividad diaria de pastoreo unas horas antes del amanecer, la cual se atenúa al anochecer para descansar durante la noche. En las distancias existentes entre las tres parejas de animales (madre-hija, madre-independiente e hija-independiente) no se apreciaron diferencias significativas que nos permitan confirmar la existencia de un vínculo materno-filial, que haría que los individuos de la misma familia mantuvieran una proximidad espacial.

Palabras clave: GPS, comportamiento social, pastoreo, extensivo, ganado de Lidia.

ABSTRACT

The use of GPS technology in monitoring Lidia cattle allows us to have relevant data in real time, providing information about the movement, frequented territory, behaviour patterns, etc. In this paper, 9 animals, from 3 different herds in the province of Salamanca (Spain) were monitored, and its characteristics were: mother (8-15 years) - daughter (2 years) - Independent (4-5 years). We designed a methodology that allowed extracting information from the position data to understanding the behaviour of cattle grazing and studying unknown aspects such as social behaviour. Foraging areas of each animal were calculated with an occupancy average of 92% of the available space. Animals tend to start their daily activities grazing a few hours before dawn, which dims the evening to rest overnight. In the distances between the three pairs of animals (mother-daughter, mother-independent, independent-daughter) no significant differences were found that allow us to confirm the existence of a link "mother-daughter" that would make individuals of the same family remained close.

Keywords: GPS, social behavior, grazing, extensive, Lidia cattle.

INTRODUCCIÓN

Las razas de ganado vacuno explotadas en sistema extensivo en general y la raza de Lidia en particular, presentan unas peculiaridades etológicas que dificultan su manejo (Gaudioso *et al.*, 1987), esto hace particularmente difícil el desarrollo de estudios de comportamiento.

El ganado bravo es explotado, mayoritariamente en un ecosistema único: La Dehesa, representando un ejemplo de explotación racional de recursos vegetales en ambientes difíciles, limitados por características ecológicas extremas. La estrategia de gestión trata de optimizar el rendimiento productivo de los animales con base a un aprovechamiento sostenible de los recursos del territorio. Esta optimización se fundamenta en la diversificación, complementariedad y una extensificación que permitan la utilización de unos recursos naturales limitados (Ceresuela, 1998).

Existen pocos datos científicos sobre el comportamiento en libertad del ganado bovino explotado en régimen extensivo, y en particular la raza de Lidia. Se encontraron observaciones más o menos empíricas, sobre el desarrollo de prácticas de manejo que, a juicio de los ganaderos, influirían en el comportamiento del toro bravo; no obstante, resultan insuficientes para la resolución de los principales problemas que afectan el rendimiento productivo del ganado de Lidia. El desarrollo de la tecnología GPS (Global Position System) en los últimos años, ha propiciado su empleo reciente para la localización y seguimiento de mamíferos salvajes y animales marinos.

También se ha empleado esta tecnología para el estudio de diferentes variables, como el comportamiento, la elección de áreas de pastoreo y seguimiento de animales domésticos. Es el caso de estudios como los de Schlecht *et al.*, (2004), Sickel *et al.* (2004), Ungar *et al.* (2005), con ganado vacuno; o los de Hulbert *et al.* (1998) sobre ganado ovino; o el de Aparicio (2006); adaptando esta tecnología al cerdo ibérico en montanera.

En este caso se pretende aplicar las nuevas tecnologías en telecomunicaciones a la cría del ganado de Lidia, para disponer de datos de interés a tiempo real de los animales monitorizados, sin que la presencia del hombre modifique sus parámetros etológicos y fisiológicos. El conjunto de datos recogidos servirá de sustrato para profundizar en el conocimiento del comportamiento del ganado bravo en pastoreo y estudiar la influencia que tienen las relaciones sociales entre animales. A su vez esta monitorización será de gran ayuda para el ganadero, quien podrá ver en cualquier momento y desde cualquier parte del mundo, la situación de sus animales.

MATERIAL Y MÉTODOS

La realización del estudio se llevó a cabo en tres ganaderías de reses bravas durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2007. Se aprovecharon las campañas de saneamiento ganadero en las explotaciones para la implantación de los dispositivos GPS-GPRS, en el momento en que los animales son inmovilizados en la manga de manejo. En total se han utilizado 9 hembras; de ellas 3 eran animales jóvenes, de dos años (eraras), 3 animales de media edad (cuatro y cinco años) y 3 adultos (de ocho a quince años).

Con el objetivo de estudiar las relaciones sociales se monitorizaron grupos de tres animales por ganadería, siendo el adulto una madre, el joven su hija y el individuo de media edad un animal independiente de los dos anteriores.

Las fincas estudiadas se localizan en la provincia de Salamanca, en el suroeste de la comunidad autónoma de Castilla y León (España). Con una altitud media de 823 m, presenta un clima mediterráneo continentalizado, con destacada influencia atlántica. Se caracteriza por inviernos fríos y semihúmedos y veranos calurosos y secos. Las explotaciones elegidas para el estudio se enmarcan en el ecosistema natural denominado "dehesa", un terreno llano o ligeramente ondulado, con vegetación compuesta por especies arbóreas del género *Quercus* (encina, alcornoque) y pastos, en el que abundan las charcas y los pequeños arroyos.

Tabla 1 Características del medio físico y de los animales estudiados.

Cercado	Superficie (ha)	Características	Nº animales monitorizados	Nº animales total	Carga ganadera (animales/ha)	Edad animales
1	10,5	completamente llano y desprovisto de arbolado	3	13	1,2	2 - 4 - 8
2	26	llano con arbolado de encinas poco denso	3	36	1,4	2 - 5 - 15
3	35	mínima pendiente con un riachuelo y buena cubierta arbórea	3	45	1,3	2 - 5 - 11

La empresa GMV (Madrid, España) fue la encargada de proporcionar el sistema de posicionamiento y vigilancia de ganado, basado en la utilización de tecnologías de localización por satélite (GPS). El dispositivo GPS-GPRS fue desarrollado por ORANGE® (Madrid, España) y el grupo de investigación del profesor Aparicio (Universidad de Extremadura) para ganado porcino, al que posteriormente se acopló un collar para vacuno; que a su vez incorpora plastificada la antena de transmisión en la cinta de anclaje.



Figura 1 Vaca con collar GPS instalado.



Figura 2 Collar con dispositivo GPS.

El servicio M2M de gestión ganadera nos permite la obtención de manera remota, a través de la Plataforma M2M de ORANGE®, de los datos de aquellos animales equipados

con el dispositivo de transmisión mediante un sencillo acceso Web con usuario y contraseña.

Los datos de posición son almacenados en el dispositivo GPS-GPRS y enviados cada 12 horas, al receptor del satélite; esos datos a su vez, se ven reflejados en la página Web de ORANGE®. El conjunto de posiciones se pueden ver como puntos sobre una foto de satélite de la finca escogida, y se pueden exportar en una hoja Excel, expresados en coordenadas geográficas (longitud y latitud); así como los datos de temperatura ambiental.

Gracias a la tecnología GIS (Geographical Information System), los datos de posición recogidos se cargan en una hoja georreferenciada con el programa Arc Map®, utilizando ortofotos de las fincas de estudio. Para el procesado de datos se empleó la aplicación del programa ArcMap® para movimientos animales: Haw tools.

Para llevar a cabo todo el estudio estadístico se ha utilizado el programa informático STATISTICA 7.0 de Statsoft Inc. para WINDOWS® habiendo realizado análisis de varianza de una vía (ANOVA) y matrices de correlación lineal con distintas variables independientes y dependientes, así como el análisis post-hoc utilizando el test de Newman-Keuls.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tecnología aplicada se adecúa a la monitorización de animales de Lidia; tan sólo un dispositivo dejó de funcionar y se volvió a instalar de nuevo. Hay que tener en cuenta que al tratarse de animales que se encuentran en condiciones de libertad absoluta, resulta inevitable la aparición de daños esporádicos en los dispositivos. El rascado contra encinas, cercas y otras superficies rugosas, los golpes durante enfrentamientos agonísticos (peleas) y los daños debidos a la humedad (lluvia), son factores que pueden afectar al buen funcionamiento del dispositivo emisor y, consecuentemente a la obtención de datos.

Se realizaron visualizaciones a distancia de los animales del cercado, constatando que la interferencia de los collares con la respuesta etológica de los animales era insignificante. De acuerdo con las afirmaciones de diversos autores que utilizaron un sistema de collar GPS-GPRS similar al nuestro (Frost *et al.*, 1997; Hulbert *et al.*, 1998; Ganskopp, 2000; 2001; Schlecht *et al.*, 2006), el dispositivo no afecta al biorritmo normal de la raza ni a su relación con el resto de individuos.

Inmediatamente después de la instalación de los collares GPS, se empezaron a recoger datos de posición, aunque al igual que para los resultados anteriormente expuestos, fueron desechados los emitidos durante los primeros días de estancia de los animales en el nuevo cercado. Con el conjunto de los datos de posición obtenidos en el periodo de monitorización se ha calculado el área de campeo, es decir el mínimo polígono convexo (Mohr, 1947) para cada animal (Tabla 2).

Tabla 2 Áreas de campeo obtenidas para cada animal y porcentaje de territorio ocupado.

Cercado	Animal nº 1 (ha)	Uso territorio (%)	Animal nº 2 (ha)	Uso territorio (%)	Animal nº 3 (ha)	Uso territorio (%)	MEDIA territorio	Uso (has%)
1	10,26	97,71	9,31	88,67	9,81	93,43	9,79	93,27
2	24,92	95,85	24,33	93,58	25,28	97,23	24,84	95,55
3	32,19	97,55	24,62	74,61	29,52	89,45	28,77	87,20

Como vemos en la tabla 2, los animales ocuparon el espacio disponible del cercado casi al completo con una media de un 92 % de ocupación, en la línea de trabajos anteriores (Bayley *et al.*, 2001, 2005).

A continuación, con el fin de conocer el patrón de locomoción a lo largo del día, se realizó un estudio de las distancias medias recorridas por hora (Gráfico 1), agrupando a los animales por edad.

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas, mediante el correspondiente análisis de varianza (ANOVA), entre las distancias medias recorridas por los distintos animales en diferentes horas: a las 6 ($F(2,30)= 4.91$ y $p< 0.05$), a las 7 ($F(2,32)=4.45$ y $p< 0.05$), a las 9 ($F(2,33)= 5.95$ y $p<0.05$) y a las 10 horas ($F(2,33)= 10.78$ y $p< 0.001$).

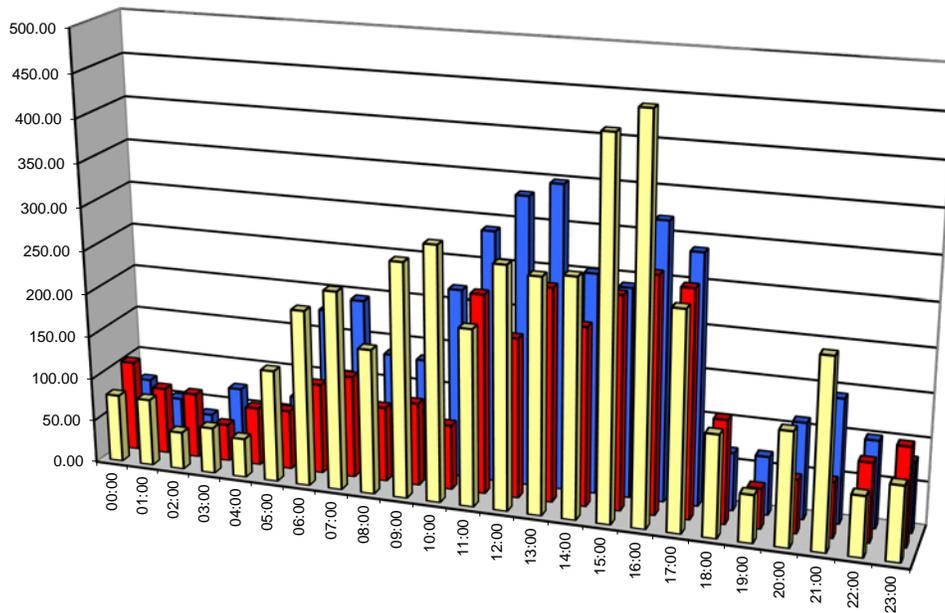


Gráfico 1 Distancias recorridas por hora por las vacas (amarillo=2 años, rojo=4-5 años, azul=8-15 años).

Posteriormente se realizaron diferentes test de Newman-Keuls, para ver la influencia de variables como la edad sobre las diferentes horas. En el primer test para las 6 y 7 horas, observamos diferencias entre las vacas de mayor edad (8-15 años) y el resto. Por el contrario a las 9 y 10 horas, se observan diferencias entre las distancias de las vacas jóvenes (2 años) y el resto.

Considerando las distancias recorridas por todos los animales monitorizados conjuntamente para ver la tendencia común, se observa un periodo de menor actividad locomotora entre las 22:00 y las 4:00 horas; periodo que suponemos de descanso nocturno, el cual coincide con el periodo diario sin luz que corresponde a una menor temperatura ambiental (Gráfico 2).

Ganskopp (2001) observa un tiempo dedicado al descanso de unas 10 h/día y un tiempo dedicado al pastoreo de 11 h/día; aunque dicho autor no precisa un rango de horas determinado, lo cual coincide con nuestros resultados. Coincidimos también con Purroy (2003), quien menciona un tiempo empleado en la ingestión de alimento de entre 5 y 10 horas diarias y el resto del tiempo; unas 10 horas diarias, dedicado a descansar. Resultados semejantes obtiene Schlecht et al. (2006), considerando el periodo de pastoreo de 7.6 a 10.4 horas para rumiantes en extensivo.

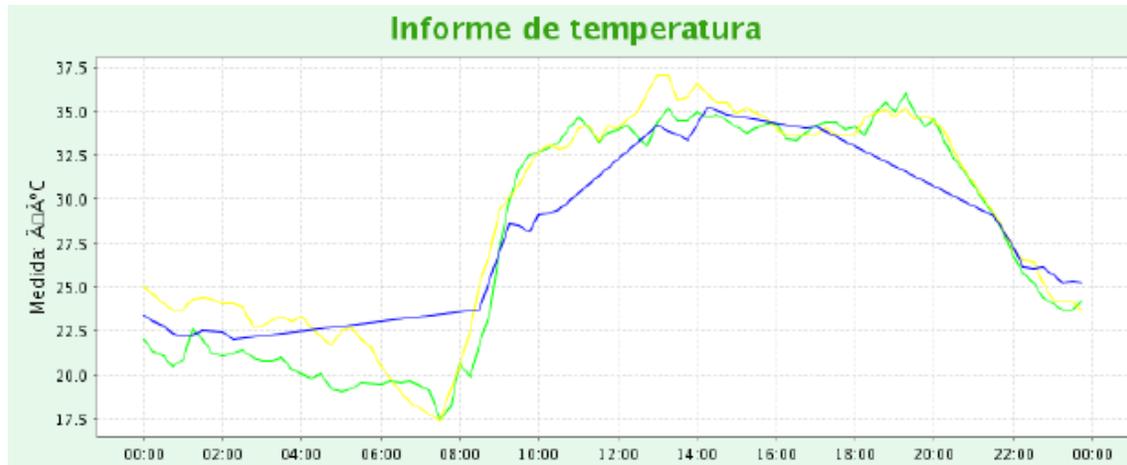


Gráfico 2 Temperatura ambiental tomada por los sensores del collar a lo largo de un día.

Por lo que se refiere a las distancias medias diarias recorridas por los animales, el ANOVA realizado muestra diferencias significativas ($F(2,29)=8.17$; $p<0.001$) entre los animales. El test de Newman-Keuls, reflejó la existencia de significación estadística entre las distancias recorridas por las vacas adultas (madre e independiente 12 y 14 años, respectivamente) y la vaca hija de dos años (Gráfico N° 3).

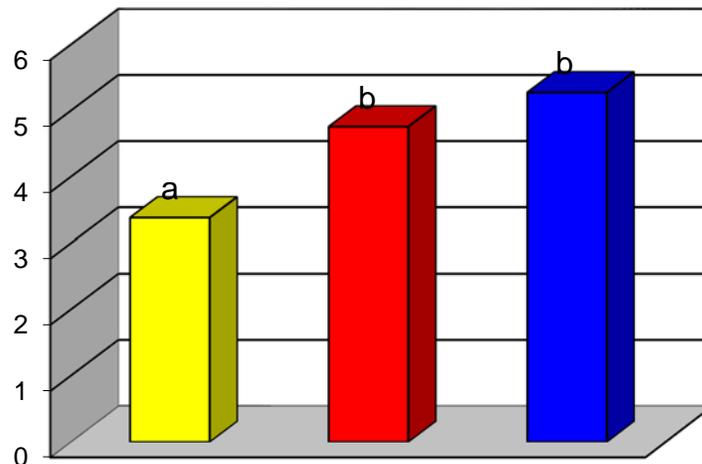


Gráfico 3 Distancias recorridas diarias (Km) por cada vaca en función de la edad (amarillo=2 años, rojo=4-5 años, azul=8-15 años).

Sin duda la influencia de la edad en el estatus jerárquico de cada individuo tiene un gran peso en esta raza (Gaudioso *et al.*, 1987), pues la defensa y adquisición del derecho de uso del espacio es fundamental en la jerarquización del rebaño, y los animales de mayor edad son dominantes (Purroy, 2003), la mayor distancia recorrida por estos supone el desarrollo de un patrón de pastoreo más marcado.

A partir de los datos de posición tomados a tres animales por ganadería (una madre, su hija y un tercer animal independiente de los dos anteriores), pretendemos acercarnos al conocimiento del mantenimiento de los vínculos materno-filiales dentro de la estructura social del ganado bravo, utilizando las distancias entre las tres parejas de animales. Según la hipótesis inicial, si el vínculo entre madres e hijas se mantiene más allá del destete, las distancias entre ellas serán inferiores a las observadas con animales no emparentados. Sin embargo en este trabajo observamos como la pareja de animales que permaneció más cerca fue la formada por la madre y la vaca independiente, cuyas distancias medias fueron significativamente menores al resto de parejas ($p < 0,05$). Por su parte, la madre y la hija mantienen una distancia similar a la descrita por la hija y la vaca independiente (Gráfico 4).

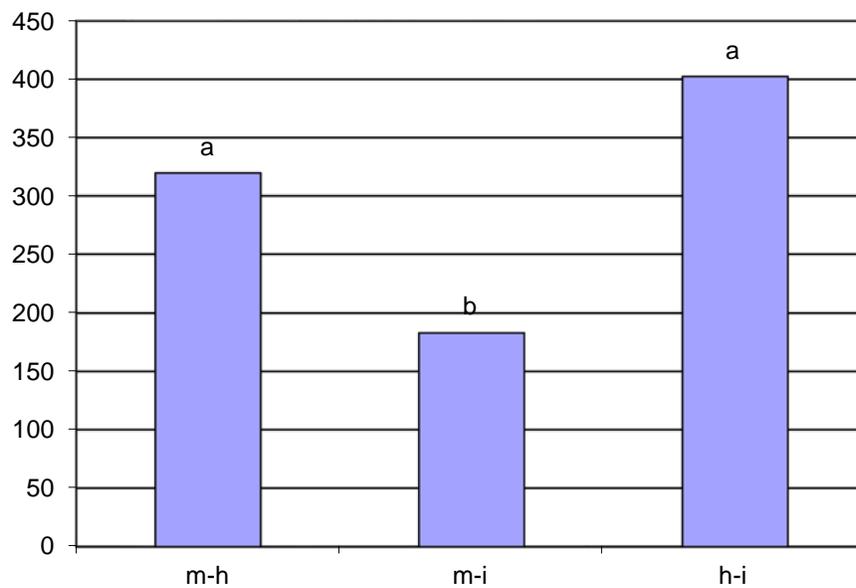


Gráfico 4 Distancias medias entre los integrantes de las tres parejas de animales.

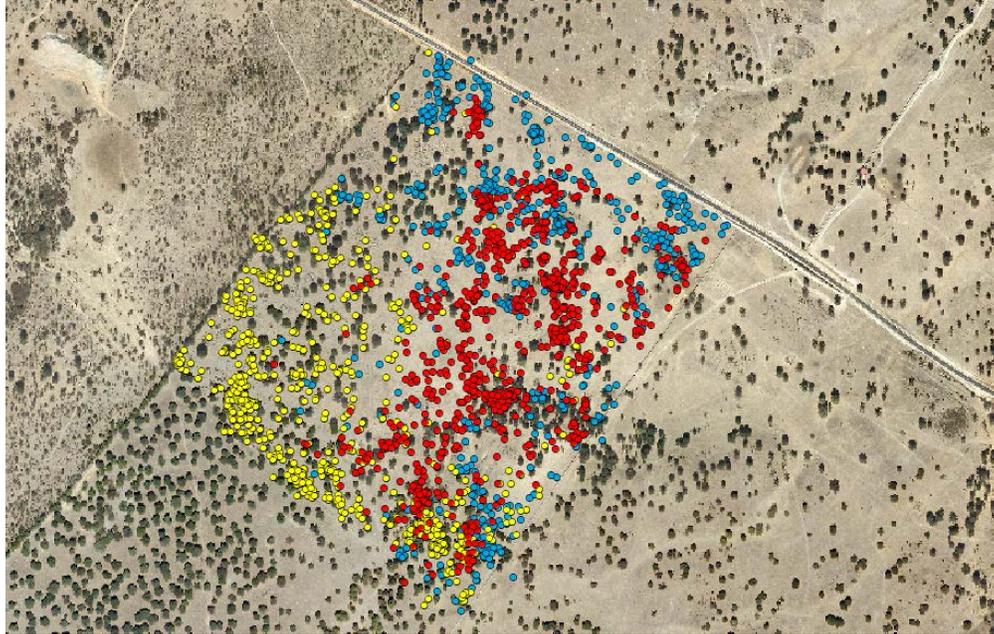


Figura 4 Mapa de los cercados 1 y 2 con las posiciones de los animales durante el periodo de estudio. Cada animal está representado con un color (madre=azul, independiente=rojo e hija=amarillo).

El hecho de que la distancia madre-hija no sea significativamente menor a las otras dos parejas, coincide parcialmente con los resultados obtenidos por Stricklin (1983), en un estudio sobre relaciones sociales y dominancias en las razas Aberdeen Angus y Hereford, donde estudiaron la distancia existente entre distintos animales; sin observar una fuerte tendencia a la proximidad entre miembros de la misma familia, en comparación con el resto de parejas de animales.

A pesar de la inexistencia de trabajos similares con los que podemos comparar nuestro estudio, los resultados obtenidos nos hacen pensar que no existen diferencias entre las distancias que mantienen los animales con respecto a otros individuos del grupo, con parentesco o sin él; no obstante sería aconsejable aumentar el número de animales de la muestra para poder llegar a conclusiones definitivas.

La falta de un espacio suficientemente amplio para que los animales pudieran permanecer en una zona individual más diferenciada, nos hace pensar que la competencia por adquirir un espacio mayor, de mejor pasto, pueda desplazar a los animales más jóvenes, con puestos en la cola de la escala jerárquica, hacia las zonas menos apetecibles; interfiriendo en nuestro análisis de la estructura social, siendo desplazadas las más jóvenes, emparentadas o no, y conviviendo madres e

independientes de mayor edad en un espacio con más recursos, revelando menores distancias entre ellas; de ahí la menor distancia obtenida en esta pareja.

CONCLUSIÓN

La monitorización mediante el uso de la tecnología GPS-GPRS aplicada al vacuno en extensivo y en particular al ganado de Lidia, evidencia ser un buen método para el estudio de su comportamiento en pastoreo. En los animales monitorizados la distancia observada entre individuos emparentados no hace diferencia significativamente de la registrada entre animales no procedentes de la misma familia de origen; lo que nos hace pensar que no existe un vínculo diferenciado o permanente entre animales emparentados.

LITERATURA CITADA

APARICIO MA, Vargas J, Atkinson A. Las nuevas tecnologías y la montanera del cerdo ibérico. *Mundo Ganadero*. 2006; 186:42-48.

BAILEY DW. Evaluating new approaches to improve livestock grazing distribution using GPS and GIS technology. *Proceedings of the First National Conference on Grazing Lands, Las Vegas*. 2001: 91-99.

BAILEY DW. Identification and creation of optimum habitat conditions for livestock. *Rangeland Ecology & Management*. 2005: 109–118.

CERESUELA JL. De la dehesa al bosque mediterráneo. La dehesa, aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Ed. Agrícola Española S.A. 1998: 45-52.

FROST AR, Schofield CP, Beulah SA, Mottram TT, Lines JA, Wathes CM. A review of livestock monitoring and the need for integrated systems. *Computers and electronics in agriculture*. 1997; 17:139-159. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(96\)01301-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(96)01301-4)

GANSKOPP D, Cruz R, Johnson DE. Least-effort pathways? A GIS analysis of livestock trails in rugged terrain. *Applied Animal Behaviour Science*. 2000; 68:79-190. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00101-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00101-5)

GANSKOPP D. Manipulating cattle distribution with salt and water in large arid-land pastures: a GPS/GIS assessment. *Applied Animal Behaviour Science*. 2001; 73:251-262.

GAUDIOSO VR, Sánchez JM, Bouissou MF. Influence de la réduction d'espace sur le comportement agonistique des taureaux. *Biology of Behaviour*. 1987; 12: 239-244.

HULBERT IAR, Wyllie J, Waterhouse A, French J, McNulty D. A note on the circadian rhythm and feeding behaviour of sheep fitted with a lightweight GPS collar. *Applied Animal Behaviour Science*. 1998; 60:359-364. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00155-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00155-5)

MOHR CO. Table of equivalent populations of North American small mammals. *American Midland Naturalist*. 1947; 37:223-49. <https://doi.org/10.2307/2421652>

PURROY A. Comportamiento del Toro de lidia. Universidad Pública de Navarra. 2003; 267pp.

SCHLECHT E, Hülsebuch CH, Mahler F, Becker K. The use of differentially corrected global positioning system to monitor activities of cattle at pastures. *Applied Animal Behaviour Science*. 2004; 85:185-202. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2003.11.003>

SCHLECHT E, Hiernaux P, Kadaoure I, Hulsebusch C, Mahler F. A spatio-temporal analysis of forage availability and grazing and excretion behaviour of herded and free grazing cattle, sheep and goats in Western Niger. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2006; 113:226–242. Doi:10.1016/j.agee.2005.09.008

SICKEL H, Ihse M, Norderhaug A, Sickel MAK. How to monitor semi-natural key habitats in relation to grazing preferences of cattle in mountain summer farming areas. An aerial photo and GPS method study. *Landscape an urban planning*. 2004; 67:67-77. Doi: 10.1016/S0169-2046(03)00029-X

STRICKLING WR. Matrilinear social dominance and spatial relationships among Angus and Hereford cows. *Journal of Animal Science*. 1983; 57(6)1397-1405. <https://doi.org/10.2527/jas1983.5761397x>

UNGAR ED, Henkin Z, Gutman M, Dolev A, Genizi A, Ganskopp D. Interference of animal activity from GPS collar data on free-ranging cattle. *Rangeland Ecology & Management*. 2005; 58:256-266. [https://doi.org/10.2111/1551-5028\(2005\)58\[256:IOAAFG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2111/1551-5028(2005)58[256:IOAAFG]2.0.CO;2)

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) mediante el proyecto TRT2006-00026-00-00 titulado “Aplicación de nuevas tecnologías de GPS-GPRS para el estudio del comportamiento y mejora de la producción del ganado vacuno extensivo.” Agradecemos a Don Ignacio Prieto del Servicio de Cartografía de la Universidad de León la ayuda prestada en el tratamiento de los datos de geolocalización.

Artículo Original. Septiembre-Diciembre 2016; 6(3):47-54. Recibido: 11/10/2016. Aceptado: 27/11/2016.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2016.63.4>

Comportamiento de *Escherichia coli* en heces de vacas adicionadas con taninos hidrolizables

Behaviour of *Escherichia coli* in cow feces added with of hydrolysable tannins

Heras-Sierra Teresa¹ tete852609@gmail.com Enríquez-Verdugo Idalia¹
idaliaenver@yahoo.com.mx Gaxiola-Camacho Soila¹ soilagaxiola2@gmail.com Romo-
Rubio Javier¹ romo60@uas.edu.mx Anne-Marie Pourcher² anne-marie.pourcher@irstea.fr
Barajas-Cruz Rubén*¹ rubar@uas.edu.mx

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, México.
²Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour L'environnement et L'agriculture, Rennes, Francia. *Autor responsable y de correspondencia: Barajas-Cruz Rubén. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa; Boulevard San Ángel s/n, Colonia San Benito, Culiacán, Sinaloa, México, CP 80246.

RESUMEN

Para evaluar el comportamiento de *E. coli* en heces de vacas lecheras adicionadas con taninos hidrolizables, se llevó a cabo un experimento en el que alícuotas de 100 g de heces fueron asignadas de manera aleatoria a uno de dos niveles (0 y 10%) de taninos hidrolizables (TH), uno de tres valores de pH: 5.2, 6.5 y 8.3 y cultivados a: 0, 2, 6, 9, 15, 22 y 30 días una vez adicionados los taninos. Las heces adicionadas con 10% de TH presentaron mayor crecimiento ($P < 0.01$) de *E. coli* comparadas con las que no se les agregó TH (Log_{10} 5.071 vs. Log_{10} 4.401). Las heces con pH 6.5 tuvieron valores menores ($P < 0.01$) de *E. coli* (Log_{10} 4.525) vs. pH de 5.2 (Log_{10} 4.866) y pH 8.3 (Log_{10} 4.816). En todos los casos el crecimiento de *E. coli* disminuyó ($P < 0.01$) conforme se incrementaron los días (Log_{10} = 5.51 el día 0; Log_{10} = 3.36 en el día 30). Los resultados sugieren que los TH no inhiben el crecimiento de *E. coli* en las heces de las vacas, sin embargo a valores de pH cercanos a la neutralidad el crecimiento de *E. coli* en heces disminuye.

Palabras clave: *Escherichia coli*, taninos hidrolizables, vacas, pH

ABSTRACT

To evaluate behavior of *E. coli* in feces of dairy cows added with hydrolysable tannins, an experiment was conducted, in which aliquots of 100 g were randomly assigned to two hydrolysable tannins levels (0 or 10%), three values of pH 5.2, 6.5 and 8.3, and cultured at 0, 2, 6, 9, 15, 22, and 30 days after tannins addition. Feces added with HT 10% shown the highest *E. coli* growth ($P < 0.01$) compared to those that did not received HT (Log_{10} 5.071 vs. Log_{10} 4.401). Feces with 6.5-pH value had lower values ($P < 0.01$) of *E. coli* (Log_{10} 4.525) vs. pH 5.2 (Log_{10} 4.866), and pH 8.3 (Log_{10} 4.816). In all cases the *E. coli* growth diminished ($P < 0.01$) as increased days number (Log_{10} = 5.51 day 0; Log_{10} = 3.36 at day 30). The results suggest that HT did not inhibit *E. coli* growth in feces of cows; however, at pH values close to neutrality the *E. coli* growth decreases.

Key words: *Escherichia coli*, hydrolysable tannins, cows, pH.

INTRODUCCION

En el mundo se generan grandes cantidades de excremento procedente de la producción intensiva de los bovinos, en Estados Unidos se estima en más de 100 billones de kilogramos al día (Weinberg *et al.*, 2011), y en Europa se calcula en 200 millones de toneladas por año (Mawdsley *et al.*, 1995). El estiércol del ganado bovino contiene grandes cantidades de microorganismos potencialmente patógenos como bacterias, virus y parásitos (Dungan, 2010). Aunque *Escherichia coli* es un habitante normal del tracto gastrointestinal del bovino; esta bacteria es un indicador de contaminación fecal en el agua y los alimentos; algunas de sus cepas como la *E. coli* entero-hemorrágica son patógenas y causa severas infecciones en las personas con cuadros epidémicos caracterizados por diarreas hemorrágicas, colitis y síndrome urémico hemolítico (Callaway *et al.*, 2009; Asakura *et al.*, 2008).

Ante la importancia de reducir la contaminación que causan las excretas procedentes de los bovinos (Callaway *et al.*, 2009; Setia *et al.*, 2009), es necesario investigar sustancias naturales como los taninos que se han reconocido por su efecto benéfico sobre la salud de los animales y personas (Kumar *et al.*, 2005; Villalba *et al.*, 2010), estos compuestos son encontrados en plantas y se clasifican en hidrolizables y condensados (Frutos *et al.*, 2004).

Existe evidencia que sugiere a los taninos como agentes antimicrobianos por su capacidad de modular la estructura física de las membranas celulares de los microorganismos como las bacterias, lo que puede conducir a la muerte de la misma (Taylor *et al.*, 2005). Algunas investigaciones *in vitro* sugieren que los taninos pueden matar bacterias como *Escherichia coli* O157:H7 en el estiércol (Wells *et al.*, 2005; Gutiérrez *et al.*, 2011).

Sin embargo los resultados no son concluyentes, debido a que en otros trabajos no se ha observado evidencia de actividad de los taninos en el crecimiento de *E. coli* (Pinheiro *et al.*, 2013). Por lo tanto el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del 10% de taninos hidrolizables en el crecimiento de *E. coli* en heces de vacas lecheras.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Microbiología del Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour L'environnement et L'agriculture (IRSTEA), Rennes, Francia.

Recolección de muestras. Las muestras de heces fueron obtenidas a partir de pilas de almacenamiento de estiércol de vacas en producción de leche en un establo ubicado en Gevezé Bretaña, Francia, para las muestras de heces se utilizaron dos contenedores de

plástico estéril con capacidad para 15 l; cada contenedor fue debidamente identificado y transportado a IRSTEA para su almacenamiento a 4°C. De cada uno de los contenedores se tomó una muestra compuesta (250 g) que se utilizó para determinar el contenido de materia seca de las heces (AOAC, 1990).

Diseño Experimental y Tratamientos. En un experimento completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3 x 7, alícuotas de 100 g de heces (base húmeda), fueron asignadas de manera aleatoria a recibir la combinación de uno de dos niveles de taninos hidrolizables: 0 y 10% en base seca; con uno de tres valores de pH: 5.2, 6.5 y 8.3 y cultivados a siete diferentes tiempos de duración: 0, 2, 6, 9, 15, 22 y 30 días después de haber adicionado los taninos. Los taninos hidrolizables fueron adicionados en forma de extracto de taninos de castaño (*Castanea sativa*) NutriP (Silvateam; San Michele Mondavi, Italy). Los distintos valores de pH se obtuvieron por la adición de cantidades crecientes de ácido fórmico al 80% a las heces cuyo pH original fue de 8.3 tal cual fue obtenido en la granja. En cajas de Petri, se realizaron cultivos bacterianos de *E. coli* utilizando medio de cultivo TBX (Triptona, Bilis-X Glucorónido), se realizaron diluciones a la -1, -2, -3, -4 y -5, de cada dilución se sembraron 1 ml de cada triplicado por tratamiento con el método de extensión en placa y todos los cultivos se incubaron a 44 °C por 24 horas (Cruz *et al.*, 2013).

Análisis estadístico. Todos los tratamientos se realizaron por triplicados. La población bacteriana se reportó como Log₁₀ de UFC/g para normalizar los datos y se les aplicó un análisis de varianza para un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3 x 7 (Hicks, 1973). La separación de medias se llevó a cabo por la prueba de diferencia mínima significativa (Berry *et al.*, 2006; Varel *et al.*, 2006). Todos los cálculos estadísticos fueron realizados con la Versión 9 del paquete computacional Statistix 2007.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de *E. coli* en heces de vacas en respuesta a la adición de dos niveles de taninos, a tres valores de pH y el cultivo a 7 diferentes tiempos, se muestra en el Cuadro 1. En general en las heces a las que se les adicionó 10% de TH se observó un mayor crecimiento ($P < 0.01$) de *E. coli*, en comparación con las que no se les agregaron TH (Log₁₀ 5.071 vs. Log₁₀ 4.401). Sí bien se sabe que los taninos tiene actividad antibacteriana, este efecto puede variar dependiendo el tipo de taninos y la bacteria estudiada, ya que existe evidencia científica que encuentran a estos compuestos ser más activos contra bacterias Gram positivas, debido a la composición menos compleja de la membrana celular que posee dicho grupo de bacterias (Shen *et al.*, 2014).

En este sentido Pinheiro *et al.* (2013) observó que compuestos como el ácido gálico y ácido elágico inhibieron el crecimiento de *L. monocytogenes* y *S. aureus*; en tanto que ese mismo efecto no se observó en bacterias como *E. coli* y hongos como *Aspergillus niger*. En los resultados obtenidos de esta investigación las heces con pH 6.5 se apreció un menor crecimiento ($P < 0.01$) de *E. coli* (Log_{10} 4.525), en comparación con los tratamientos con pH de 5.2 (Log_{10} 4.866) y 8.3 (Log_{10} 4.816). En condiciones de pH cercanos a la neutralidad, los taninos pueden formar complejos con las proteínas en el exterior de la membrana celular de las bacterias, anteponiendo los sistemas para reducir la tolerancia de la bacteria en un ambiente osmótico bajo que causa la muerte de esta (Frutos *et al.*, 2004); sin embargo las bacterias Gram negativas como *E. coli* poseen flujos de salida que actúan como primera defensa para excluir de forma selectiva algunos compuestos fenólicos para protegerse a sí misma de la toxicidad de estos compuestos (Shen *et al.*, 2014).

Por otro lado algunos microorganismos como bacterias y hongos producen enzimas llamadas tanasas, las cuales degradan a los taninos por lo que estos compuestos les sirven como fuente de carbono y les permite seguir multiplicándose (Pinheiro *et al.*, 2013; Goel *et al.*, 2011).

Cuadro 1. Comportamiento de *E. coli* en heces de vacas en respuesta a la adición de dos niveles de taninos a tres valores de pH y el cultivo a 7 diferentes tiempos.

Extracto de taninos	0%			10%			EE ¹	
	pH	8.3	6.5	5.2	8.3	6.5		5.2
Días								
0		5.877 ^{abc}	5.474 ^{bcde}	5.435 ^{cdef}	5.944 ^{ab}	5.431 ^{cdef}	4.910 ^{ghi}	0.088
2		5.922 ^{ab}	5.435 ^{cdef}	5.882 ^{abc}	6.234 ^a	5.432 ^{cdef}	4.959 ^{fghi}	0.102
6		4.907 ^{ghi}	4.089 ^{klm}	5.065 ^{defgh}	6.263 ^a	6.261 ^a	4.967 ^{fghi}	0.199
9		4.607 ^{hij}	3.819 ^{lm}	4.766 ^{ghi}	5.520 ^{bcd}	6.076 ^a	4.851 ^{ghi}	0.175
15		5.040 ^{ghij}	2.932 ^{op}	4.279 ^{jkl}	4.642 ^{ghij}	3.613 ^{mn}	5.117 ^{mn}	0.191
22		3.267 ^{no}	3.054 ^{op}	4.245 ^{jkl}	4.538 ^{ijk}	5.016 ^{efghi}	4.884 ^{ghi}	0.186
30		1.696 ^q	2.724 ^p	3.901 ^{lm}	2.966 ^{op}	3.910 ^{lm}	4.865 ^{ghi}	0.250

a, b, c,....q Literales distintas indican diferencia estadística ($P < 0.01$).

¹ Error estándar de la media.

Se ha reportado que algunas bacterias como *E. faecalis* y hongos como *A. niger* aumentaron su crecimiento cuando se adicionó ácido tánico en muestras de heces de cabras (Goel *et al.*, 2011). Además valores de pH en rangos de pH de 5 a 7, aumenta la actividad de estas enzimas, ya que algunas investigaciones mencionan que las tanasas mantiene una actividad óptima a pH de 6, lo que coincide con los resultados de este experimento, en el cual se apreció un mayor crecimiento de *E. coli* cuando existieron taninos en su medio de cultivo, lo que sugiere que las cepas de *E. coli* obtenidas de las heces de las vacas, no solamente soportaron la presencia de los TH, sino que de alguna manera los utilizaron como sustrato para soportar incluso un mayor crecimiento.

Se encontró una interacción taninos x pH ($P < 0.01$), en la que se observa que en presencia de taninos hidrolizables, el crecimiento de *E. coli* fue similar ($P > 0.10$) entre los valores de pH; sin embargo, en ausencia de taninos el crecimiento de *E. coli* fue menor cuando el medio presentó un valor de pH 6.5 ($P < 0.01$) en comparación con el observado con valores de pH fueron de 5.2 y 8.3, respectivamente.

En la Figura 1 se presenta gráficamente la interacción entre los taninos hidrolizables y el pH en el crecimiento de *E. coli* en heces de vacas. Se observaron interacciones ($P < 0.01$), Taninos x Día, y Taninos x pH x Día; el crecimiento de *E. coli* disminuyó ($P < 0.01$) a medida que se incrementó la cantidad de días desde valores de $\text{Log}_{10} = 5.51$ el tiempo 0, hasta valores de $\text{Log}_{10} = 3.36$ en el día 30; lo que puede explicarse debido al crecimiento exponencial normal que presentan las bacterias (Cruz *et al.*, 2013).

CONCLUSION

Los resultados sugieren que los taninos hidrolizables no poseen actividad para inhibir el crecimiento de *E. coli* en las heces de las vacas, en tanto que a valores de pH cercanos a la neutralidad contribuyen a disminuir el crecimiento de *E. coli* en las heces de las vacas.

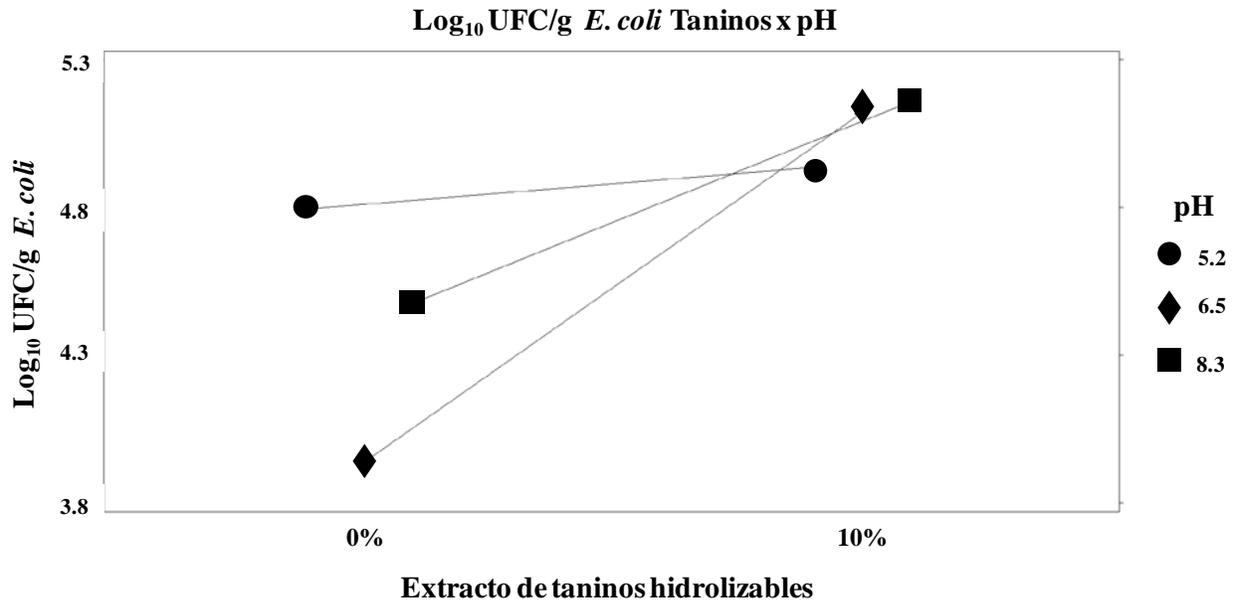


Figura 1. Interacción taninos hidrolizables x pH en el crecimiento de *E. coli* en heces de vacas.

LITERATURA CITADA

AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA. 1990. ISBN 0-935584-42-0

ASAKURA H, Kawamoto K, Haishima Y, Igimi S, Yamamoto S, Makino S. Differential expression of the outer membrane protein w (ompw) stress response in enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157: H7 corresponds to the viable but non-culturable state. *Research in Microbiology*. 2008; 159, 709-717. doi:10.1016/j.resmic.2008.08.005

BERRY ED, Wells JL, Archibeque SL, Farrel CL, Freetly HC, Miller DN. Influence of genotype and diet on steer performance, manure odor, and carriage of pathogenic and other fecal bacteria. II. Pathogenic and other fecal bacteria. *Journal of Animal Science*. 2006; 84, 2523-2532. DOI:[10.2527/jas.2005-747](https://doi.org/10.2527/jas.2005-747)

CALLAWAY TR, Carr MA, Edrington TS, Anderson RC, Nisbet DJ. Diet, *Escherichia coli* O157:H7, and cattle. *Molecular Biology*. 2009; 11, 67-80. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19351974>

CRUZ AM, Gómez CA, Villagómez JR, Chavarría N, Rodríguez J, Vargas ER, Castro R. antibacterial effect againts foodborne bacteria of plants used in traditional medicine in

central México: studies in vivo and in raw beef. *Food Control*. 2013; 32, 289-295. <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/producto.php?producto=5315>

DUNGAN RS. Fate and transport of bioaerosols associated with livestock operations and manures. *Journal of Animal Science*. 2010; 88, 3693-3706. DOI:[10.2527/jas.2010-3094](https://doi.org/10.2527/jas.2010-3094)

FRUTOS P, Hervás G, Giraldez FJ, Mantecón AR. Tannins and ruminant nutrition. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2004; 2,191-202. <http://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/73/0>

GOEL G, Kumar A, Beniwal V, Raghav M, Puniya AK, Singh K. Degradation of tannic acid and purification and characterization of tannase from *Enterococcus faecalis*. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 2011; 65, 1061-1065. doi:[10.1016/j.ibiod.2011.08.006](https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2011.08.006)

GUTIERREZ H, Pinchak WE, Min BR, Carstens GE, Anderson RC, Tedeschi LO, Krueger WK, Krueger NA, Lancaster PA, Gomez RR. Effects of feed-supplementation and hide-spray application of two sources of tannins on enteric and hide bacteria of feedlot cattle. *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*. 2011; 46, 360-365. DOI:[10.1080/03601234.2011.559419](https://doi.org/10.1080/03601234.2011.559419)

HICKS CR. *Fundamental Concepts in the Design of Experiments*. Holt, Reinhardt and Wiston, New York. 1973. ISBN 003080132x

KUMAR M, Nair M, Vasudevan P, Venkitanarayan K. Antibacterial effect of black seed oil on *Listeria monocytogenes*. *Food Control*. 2005; 16, 395-398. Doi:[10.1016/j.foodcont.2004.04.006](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.04.006)

MAWDSLEY JL, Bardgett RD, Merry RJ, Pain BF, Theodorou MK. Pathogens in livestock waste, their potential for movement through soil and environmental pollution. *Applied Soil Ecology*. 1995; 2, 1-15. [10.1016/0929-1393\(94\)00039-a](https://doi.org/10.1016/0929-1393(94)00039-a)

PINHEIRO AC, Silvestre H, Mello S, Manique PL, Werneck CR, Maraschin M, Salvador SR, Block JM. Effect of the extraction process on the phenolic compounds profile and the antioxidant and antimicrobial activity of extracts of pecan nut. *Industrial Crops and Products*. 2014; 52, 552-561. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.11.031>

SETIA A, Bhandari SK, House JD, Nyachoti CM, Krause DO. Development and in vitro evaluation of an *Escherichia coli* probiotic able to inhibit the growth of pathogenic *Escherichia coli* K88. *J Anim. Sci*. 200; 87:2005-2012. DOI:[10.2527/jas.2008-1400](https://doi.org/10.2527/jas.2008-1400)

SHEN X, Sun XH, Xie Q, Lui H, Zhao Y, Pan Y, Hwang CH, Wu VCH. Antimicrobial effect of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) extracts against the growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enteritidis*. *Food Control*. 2014; 35, 159-165.

STATISTIX. Statistix User's Manual, Release 9.0. Analytical Software, Tallahassee, FL. 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.06.040>

TAYLOR PA, Hamilton-Miller JMT, Stapleton PD. Antimicrobial properties of green tea catechins. *Food Science Technology bull.* 2005; 2, 71-81. <http://pubmedcentralcanada.ca/pmcc/articles/PMC2763290/pdf/nihms-1032.pdf>

VAREL VH, Miller DN, Berry ED. Incorporation of thymol into corncob granules for reduction of odor and pathogens in feedlot cattle waste. *Journal of Animal Science*. 2006; 84,481-487. <http://naldc.nal.usda.gov/download/7926/PDF>

VILLALBA JJ, Provenza FD, Hall JO, Lisonbee LD. Selection of tannins by sheep in response to gastrointestinal nematode infection. *Journal of Animal Science*. 2010; 88, 2189-2198. doi:10.2527/jas.2009-2272

WEINBERG Z, Chen Y, Khanal P, Pinto R, Zakin V, Sela S. The effect of cattle manure cultivation on moisture content and survival of *Escherichia coli*. *Journal of Animal Science*. 2011; 89, 874-881. doi:10.2527/jas.2010-3272

WELLS JE, Berry ED, Varel VH. Effects of common forage phenolic acids on *Escherichia coli* O157:H7 viability in bovine feces. *Applied and Environmental Microbiology*. 2005; 72, 7974–7979. doi:10.1128/AEM.71.12.7974–7979.2005

Artículo Original. Septiembre-Diciembre 2016; 6(3):55-64. Recibido: 20/10/2016. Aceptado: 25/11/2016.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2016.63.5>

Respuesta productiva de cerdos en crecimiento-finalización a la suplementación con extracto de taninos

Productive response of growing-finishing pigs to the tannins extract supplementation

Aguirre-Meza Rubén ruben_69k@hotmail.com Romo-Rubio Javier romo60@uas.edu.mx

Barajas-Cruz Rubén rubar@uas.edu.mx Romo-Valdez Juan romo_14@hotmail.com

Güémez-Gaxiola Héctor hectorguem@gmail.com Urías-Castro Christian
el_magnum1@hotmail.com

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa. México. *Autor responsable y de correspondencia: Romo-Rubio Javier. Boulevard San Ángel s/n, Colonia San Benito, Culiacán, Sinaloa, México, CP 80246. romo60@uas.edu.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la respuesta productiva de cerdos en crecimiento-finalización bajo condiciones de estrés calórico al consumo de alimento adicionado con extracto de taninos hidrolizables (TH), se usaron 72 cerdos de 70 días de edad y $26.98 \pm DE 4.26$ kg de peso corporal, en un diseño experimental de bloques completos al azar. Los tratamientos fueron: 1) dietas a base de maíz y pasta de soya, con aporte nutrimental de acuerdo a la etapa productiva (testigo; $n = 36$); y 2) testigo más 0.2 % de extracto de TH ($n = 36$). Los cerdos fueron alojados en grupos de 3 hembras y 3 machos en 12 corraletas. A los datos se les aplicó un ANDEVA ($P \leq 0.05$). Los cerdos que consumieron alimento adicionado con TH durante la fase de crecimiento (día 1 – 49), tuvieron mejor ($P = 0.04$) ganancia diaria de peso (GDP; 0.802 vs. 0.680 kg). En el periodo de finalización (día 50 – 90) la GDP y conversión alimenticia (CA) no fueron afectadas ($P > 0.05$) por el tratamiento. Al considerar los dos periodos juntos (crecimiento y finalización, del día 1 – 90 de prueba), la adición de TH tendió a aumentar ($P = 0.06$) en 12.91 % la GDP (0.782 vs. 0.681), y el peso final en 9.26% (97.17 vs. 88.17 kg; $P = 0.06$). Se concluye que el consumo de dietas con 0.2 % de extracto de TH, mejora la GDP de los cerdos en crecimiento-finalización criados bajo condiciones de estrés calórico.

Palabras clave: cerdos, taninos, engorda.

ABSTRACT

With the objective of evaluate the productive performance of fattening pigs under heat stress conditions to the consumption of food supplemented with hydrolysable tannins extract (HT), 72 pigs of 70 days old and $26.98 \pm SD 4.36$ kg BW were used, in a complete randomized block experimental design. The treatments were: 1) Diets based on corn and soybean meal, with nutrient intake according to their productive stage (Control; $n = 36$), and 2) Control plus 0.2 % extract of HT ($n = 36$). Pigs were housed in groups of 3 females and 3 males in 12 pens. To the data applied ANOVA ($P < 0.05$). Pigs consuming food supplemented with HT during growth phase (day 1 – 49 of experiment) had better ($P = 0.04$) average daily gain (ADG; 0.802 vs. 0.680 kg). In the finalization period (day 50 – 90) the ADG and food conversion rate (FCR) were not affected ($P > 0.05$) by treatment. When taking together both periods (growth and finalization phase, day 1 - 90), the additional consumption of HT tended to increased ($P = 0.06$) the ADG in 12.91 % (0.782 vs. 0.681 kg), and the final body weight in 9.26 % (97.17 vs. 88.17 kg; $P = 0.06$). It is conclude that the consumption of diets with 0.2 % HT enhanced weight gain in the growing-finishing phases of pig fattening under heat stress conditions.

Key words: pigs, tannins, fattening.

INTRODUCCIÓN

Una alternativa para promover el crecimiento en los animales de granja es la adición de fitoquímicos y metabolitos secundarios de las plantas al alimento (Štukelj *et al.*, 2010), dentro de este grupo están los taninos; éstos, son compuestos polifenólicos utilizados por las plantas como un mecanismo de defensa en contra de los depredadores (Ventura *et al.*, 2013). Los taninos en altas concentraciones disminuyen el consumo de alimento (Jansman, 1995), lo que se ha observado con concentraciones mayores al 5 % de la materia seca (MS) de la dieta (Otero e Hidalgo, 2004). Esto se debe a su sabor amargo y capacidad astringente, lo que disminuye la aceptación de la ración (Hofmann *et al.*, 2006). Sin embargo, a bajas concentraciones mejoran la ganancia de peso en conejos y pollos (Zoccarato *et al.*, 2008; Schiavone *et al.*, 2008), y la conversión alimenticia en pollos (Schiavone *et al.*, 2008).

En los cerdos la respuesta al consumo adicional de extractos de taninos hidrolizables (TH) ha sido inconsistente. Estudios previos en esta especie, indican que el alimento con 0.15 % de extracto de TH disminuye la GDP (Štukelj *et al.*, 2010); y niveles de 0.2 % no modifican el CDA, GDP y CA (Prevolnik *et al.*, 2012); sin embargo, Brus *et al.* (2013) observó que 0.19% de TH suplementario mejoró la GDP. Además se ha sugerido una actividad bacteriostática de los TH sobre *Pseudomona aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Enterobacter aerogenes* (Trentin *et al.*, 2013; Lim *et al.*, 2006) y bactericida en *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Acinetobacter anitratus*, *Bacillus licheniformis*, *Micrococcus sp.*, *Staphylococcus epidermidis*, *Salmonella typhi*, *Erwinia sp.* y *Klebsiella sp.* (Akter *et al.*, 2016; Lim *et al.*, 2006), *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Acinobacter calcoaticus* y *Staphylococcus saprophyticus* (Sulaiman *et al.*, 2011).

Se ha observado que los taninos hidrolizables tienen actividad antimicrobiana, principalmente contra bacterias Gram positivas (Lim *et al.*, 2006), en las que provoca cambios en la permeabilidad de la membrana celular con la consecuente disminución del volumen celular. Se ha sugerido que la menor actividad antimicrobiana contra bacterias Gram negativas se debe a que éstas tienen una pared celular rica en lipopolisacaridos, los que pueden restringir la difusión de los compuestos hidrófobos a través de la pared celular (Sulaiman *et al.*, 2011). Además, del efecto antimicrobiano, a los taninos se les atribuye actividad antioxidante, ya que son capaces de captar radicales libres (Gulcin *et al.*, 2010; Sulaiman *et al.*, 2011; Singh *et al.*, 2012, Taskin *et al.*, 2012; Rajamurugan *et al.*, 2013), lo que es importante considerar para mejorar la respuesta productiva de animales criados de manera intensiva y bajo ambientes adversos (Huerta *et al.*, 2005). El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta productiva de cerdos en crecimiento-finalización, criados bajo condiciones de estrés calórico al consumo de dietas adicionadas con 0.2 % de extractos de taninos hidrolizables.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante los meses de agosto a noviembre de 2014 en la Unidad Experimental para Cerdos de Engorda de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ubicada en la granja porcina “La Huerta”, localizada en Culiacán, Sinaloa, con coordenadas geográficas: 24° 49' 38" latitud Norte y 107° 22' 47" longitud Oeste, con una altitud de 60 msnm; el clima se clasifica como semiseco muy cálido, con temperatura media anual de 24.9°C, con máximas de 45°C en los meses de julio y agosto, y mínimas de 7°C en diciembre y enero. La precipitación pluvial es de 671.4 mm, con precipitaciones máximas en los meses de julio, agosto y septiembre. Durante el periodo de estudio, las temperaturas mínimas y máximas promedio registradas fueron 23 y 34.5 °C, respectivamente; y la humedad relativa promedio fue de 70 %.

Diseño experimental. Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar; el criterio de bloqueo fue el peso corporal inicial de los cerdos. Los tratamientos fueron: 1) dietas a base de maíz y pasta de soya, con aporte nutrimental de acuerdo a la etapa productiva (testigo; n = 36; Cuadro 1), y 2) testigo más 0.2% de extracto de taninos hidrolizables (TH; n = 36); los que se asignaron a 72 cerdos de 70 días de edad y 26.98 ±DE 4.26 kg de p.v., alojados en grupos de 3 hembras y 3 machos en 12 corraletas, considerando la corraleta como la unidad experimental. El extracto de taninos hidrolizables de castaño (*Castanea sativa*) fue proporcionado por Técnica Mineral Pecuaria S.A. (Guadalajara, Jalisco).

Cuadro 1. Dietas experimentales para cerdos en las etapas de crecimiento y finalización.

Ingrediente (% en la dieta)	Crecimiento	Finalización
Maíz	74.3	79.7
Pasta de soya	22.1	17.8
Aceite	1.1	0.5
Mic Crecimiento LP VIMIFOS® †	2.5	-
Mic Desarrollo LP VIMIFOS® †	-	2.0
	100%	100%
Análisis calculado		
E.M.(Mcal Kg ⁻¹)	3.357	3.356
Proteína (%)	17.210	15.580
Lisina (%)	1.043	0.892
Fibra (%)	2.521	2.527
Fósforo total (%)	0.543	0.455
Calcio (%)	0.629	0.530

† Microconcentrados Crecimiento y Desarrollo Lean Performance VIMIFOS, contienen: vitamina A, vitaminas del complejo B, Biotina, Colina, vitamina D₃, vitamina E, vitamina K, carbonato de calcio, fosfato monodivale, sal, Cu, Fe, Mn, Se, I, Zn, Aminoácidos sintéticos (Lisina y Treonina) y enzimas (fitasas).

Manejo de los animales. Los cerdos, pesados e identificados fueron alojados en corraletas en grupos de seis, cada una con un espacio de 10.5 m² (7 x 1.5 m), que incluye 1.5 m² de charca, con piso de concreto y totalmente techadas, equipadas con comedero de plástico tipo tolva y bebedero de chupón integrado. Los cerdos tuvieron acceso permanente a agua de bebida y alimentación *ad libitum*.

Mediciones. Los cerdos fueron pesados al inicio (día 0) del experimento y posteriormente a los 49 y 90 días de iniciada la prueba, para determinar el promedio de ganancia diaria de peso en cada uno de los periodos de estudio. El alimento ofrecido, a los cerdos de cada corraleta, fue registrado y al final de cada periodo (día 49 y 90) se determinó el promedio de consumo diario de alimento. Con base en el promedio de consumo diario de alimento y ganancia diaria de peso se calculó la conversión alimenticia.

Medición de la temperatura y humedad relativa. Los datos de temperatura (t °C) y humedad relativa (HR, %) fueron tomados con un termo-higrómetro ubicado en la unidad experimental y registrados diariamente durante el periodo experimental. Con los datos de t y HR se calculó el índice de temperatura y humedad (THI) con la fórmula $THI = [0.8 \times \text{temperatura ambiente}] + [(\% \text{ de HR}/100) \times (\text{temperatura ambiente} - 14.4)] + 46.4$ (Mader *et al.*, 2006).

Análisis estadístico. A los datos de consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, peso final y conversión alimenticia, obtenidos durante la fase de crecimiento y finalización, así como en todo el periodo de prueba; se les aplicó un ANDEVA (Steel y Torrie, 1985), para un diseño de bloques completos al azar, utilizando el módulo de análisis de Varianza/covarianza del procedimiento para Modelos Lineales Generales de la Versión 8, del Paquete Estadístico Statistix®. Se fijó un alfa máximo de 0.05 para aceptar diferencia estadística y se consideró a cada corraleta como la unidad experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los indicadores de las condiciones climáticas prevalecientes durante el experimento se muestran en el Cuadro 2.

La influencia de la adición de extractos de taninos hidrolizables en el desempeño productivo de los cerdos en crecimiento-finalización se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Condiciones climáticas prevalecientes durante el experimento.

Variables	Etapas					
	Crecimiento		Finalización		Experimento Completo	
	Media	DE ¹	Media	DE ¹	Media	DE ¹
Temperatura, °C						
Mínima	23.7	2.0	22.1	1.8	23	2.1
Máxima	35.3	1.9	35.5	2.3	35.4	2.1
Media	30.2	1.4	30.0	1.4	30.1	1.4
Humedad relativa, %	72.6	5.2	66.9	6.0	70.0	6.2
THI ²	82.03		80.83		81.47	

¹Desviación estándar

²THI = [0.8 x temperatura ambiente] + [(% de humedad relativa /100) x (temperatura ambiente – 14.4)] + 46.4 (Mader *et al.*, 2006)

Durante la fase de crecimiento que contempla del día 1 al día 49 de prueba (70 a 119 días de edad), la adición de 0.2 % de extracto de TH mejoró la ganancia diaria de peso (GDP) en 15.22 % (0.802 vs. 0.680 kg; P = 0.04); estos resultados son similares a los obtenidos por Brus *et al.* (2013), quien observó un incremento del 11.49 % en la GDP en cerdos con edades cercanas a las del presente trabajo (82 y 127 días de edad), que consumieron dietas suplementadas con 0.19 % de TH; sin embargo dichos animales se mantuvieron bajo ambiente controlado por termostato. También en otras especies animales se ha informado de efectos benéficos, por ejemplo, en pollos que recibieron dietas adicionadas con 0.2 % de TH elevaron en 6.3 % la GDP (Schiavone *et al.*, 2008); sin embargo, en un estudio previo, Štukelj *et al.* (2010), sugirió que el consumo de alimento con 0.15 % de TH no beneficia la GDP en cerdos de 49 a 70 días de edad.

El efecto benéfico de la adición de los extractos de TH en la dieta de los monogástricos es atribuible a una disminución en la carga microbiana a nivel intestinal (Schiavone *et al.*, 2008). Por su parte Brus *et al.* (2013), observó una mayor proporción de bacterias ácido lácticas y una disminución de *E. coli* y *Campylobacter sp* en el intestino de cerdos alimentados con dietas conteniendo 0.19 % de TH. También, se ha señalado que los TH tienen efectos bacteriostáticos y bactericidas, principalmente sobre bacterias Gram positivas (Lim *et al.*, 2006; Sulaiman *et al.*, 2011; Trentin *et al.*, 2013; Akter *et al.*, 2016).

El consumo diario de alimento (CDA) fue 7.76 % mayor en los cerdos que consumieron dietas adicionadas con extracto de TH (P < 0.01), pero al calcular el consumo expresado como proporción del peso vivo, no se encontró diferencia estadística; lo que puede explicar que los cerdos del tratamiento que recibieron alimento que contenía extractos de

TH, hayan consumido más alimento debido a su mayor peso corporal. La conversión alimenticia (CA) en esta fase, no fue modificada ($P = 0.19$) por la adición de 0.2 % de TH. Resultados similares se obtuvieron con la inclusión de 0.19 % y 0.20 % de extractos de TH en dietas para cerdos (Brus *et al.*, 2013; Prevolnik *et al.*, 2012).

Durante la fase de finalización del día 50 al 90 de la prueba (120 a 160 días de edad) la GDP y CA no fueron modificadas por el tratamiento, pero el CDA de los cerdos suplementados con TH fue mayor ($P = 0.02$) en 17.4 %; sin embargo, esto se debió al mayor peso con que iniciaron los cerdos esta etapa. El mismo comportamiento se observó en esta variable al analizar el periodo completo de estudio (70 a 160 días de edad).

Los resultados de todo el periodo de prueba (70 a 160 días de edad) muestran que los cerdos que consumieron alimento adicionado con extracto de TH, tuvieron una mejora ($P = 0.06$) del 12.91 % en la GDP (0.782 vs. 0.681 kg). En un estudio realizado por Prevolnik *et al.* (2012) no se observó modificación en la GDP en cerdos (30-100 kg p.v.) usando dietas adicionadas con 0.20 % de extracto de TH. Sin embargo, Zoccarato *et al.* (2008) obtuvo mejoras del 8.9 % en la GDP en conejos de engorda al consumir dietas con 0.45 % de extractos de TH, criados bajo condiciones de verano.

De acuerdo con la interpretación de la escala de resultados del THI (Normal THI < 74; Alerta 75 < THI < 78; Peligro 79 < THI < 83; y Emergencia THI > 84; Mader *et al.*, 2006), los valores de THI que oscilaron entre 80 y 82, en el presente estudio, indican que los cerdos a lo largo de todo el experimento se encontraron en una situación de peligro fisiológico, debido al estrés calórico al que estuvieron sujetos. Los cerdos tienen una zona de termoneutralidad de 12 a 24°C (Quiniou *et al.*, 2001), por lo que ambientes con temperaturas y humedades relativas elevadas predisponen a los cerdos a sufrir estrés agudo (Pearce *et al.*, 2012; Pearce *et al.*, 2013), ocasionando un incremento en la producción de radicales libres (Ray *et al.*, 2012).

De manera normal los organismos tienen una red antioxidante que los protege de los efectos nocivos de los radicales libres (Birben *et al.*, 2012); sin embargo, cuando existe un desequilibrio entre la generación de éstos y la capacidad de defensa antioxidante del organismo, se produce estrés oxidativo, que trae consigo trastornos en los procesos celulares (Birben *et al.*, 2012, Ray *et al.*, 2012).

Durante el experimento la temperatura ambiental promedio registrada fue de 30.1°C, sin embargo al combinar esta temperatura con la humedad relativa promedio, que fue de 70 %, el índice de temperatura y humedad resultante fue de 81.5, valor considerado como de peligro por estrés calórico para los animales (Mader *et al.*, 2006), lo que pudo inducir un aumento en la peroxidación. Varios autores (Gulcin *et al.*, 2010; Sulaiman *et al.*, 2011;

Maqsood *et al.*, 2012; Singh *et al.*, 2012, Taskin *et al.*, 2012; Rajamurugan *et al.*, 2013) señalan la capacidad de los taninos para actuar como antioxidantes biológicos, captando los radicales libres en la membrana celular, mitocondrial y en el retículo endoplásmico liso; por lo que se asume que en el presente experimento, el consumo de dietas adicionadas con 0.2 % de extractos de TH, pudo haber contribuido a disminuir el estrés oxidativo en los cerdos, mejorando su comportamiento productivo.

Cuadro 3. Influencia de la adición de extractos de taninos hidrolizables en el desempeño productivo de cerdos en crecimiento-finalización

Variable	Tratamientos		EEM ¹	Valor de p
	Testigo	TH		
Peso, kg				
Día1	26.85	26.82	0.139	0.92
Día 49	60.18	66.11	1.527	0.05
Día 90	88.17	97.17	2.610	0.06
Ganancia diaria de peso, kg				
Días 1 a 49	0.680	0.802	0.030	0.04
Días 50 a 90	0.683	0.758	0.034	0.18
Días 1 a 90	0.681	0.782	0.029	0.06
Consumo diario, kg				
Días 1 a 49	1.675	1.805	0.012	< 0.01
Días 50 a 90	2.078	2.440	0.069	0.02
Días 1 a 90	1.858	2.093	0.029	< 0.01
Consumo de alimento, % de PV ²				
Días 1 a 49	3.84	3.89	0.069	0.68
Días 50 a 90	2.79	3.00	0.069	0.07
Días 1 a 90	3.23	3.38	0.039	0.03
Conversión alimenticia (Kg Kg ⁻¹)				
Días 1a 49	2.460	2.261	0.092	0.19
Días 50 a 90	3.071	2.339	0.078	0.20
Días 1 a 90	2.726	2.680	0.074	0.68

¹ Error estándar de la media, ²Peso vivo

CONCLUSIÓN

El consumo de dietas adicionadas con 0.2% de extracto de taninos hidrolizables, mejoran la ganancia diaria de peso y el peso final de los cerdos en crecimiento-finalización, criados bajo condiciones de estrés calórico.

LITERATURA CITADA

AKTER K, Barnes EC, Brophy JJ, Harrington D, Elders YC, Vemulpad SR, Jamie F. Phytochemical Profile and Antibacterial and Antioxidant Activities of Medicinal Plants Used by Aboriginal People of New South Wales, Australia. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2016; ID 4683059:1-14. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/4683059>

BIRBEN E, Murat SU, Sackesen C, Erzurum S, Kalayci O. Oxidative Stress and Antioxidant Defense. World Allergy Organization Journal. 2012; 5:9-19. DOI:[10.1097/WOX.0b013e3182439613](https://doi.org/10.1097/WOX.0b013e3182439613)

BRUS M, Dolinšek J, Cencič A, Škorjanc D. Effect of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) wood tannins and organic acids on growth performance and fecal microbiota of pigs from 23 to 127 days of age. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2013; 19:4: 841-847. www.agrojournal.org/19/04-35.pdf.

GULCIN I, Huyut Z, Elmastas M, Aboul-Enein HY. Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. Arabian Journal of Chemistry. 2010; 3:43-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2009.12.008>

HOFMANN T, Glabasnia A, Schwarz B, Wisman KN, Gangwer KA, Hagerman AE. Protein binding and astringent taste of a polymeric procyanidin, 1, 2, 3, 4, 6-penta-O-galloyl-beta-D-glucopyranose, castalagin, and grandinin. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006; 54:9503–9509. DOI: 10.1021/jf062272c

HUERTA JM, Ortega CME, Cobos PM, Herrera HJG, Díaz-Cruz A, Guinzberg PR. Estrés oxidativo y el uso de antioxidantes en animales domésticos. Interciencia. 2005; 30:728-734. www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci...18442005001200002

JANSMAN AJ, Verstegen MW, Huisman J, Van den Berg JW. Effects of hulls of faba beans (*Vicia faba* L.) with a low or high content of condensed tannins on the apparent ileal and fecal digestibility of nutrients and the excretion of endogenous protein in ileal digesta and feces of pigs. Journal of Animal Science. 1995; 73:118-127. DOI:10.2527/1995.731118x

LIM SH, Darah I, Jain K. Antimicrobial activities of tannins extracted from *Rhizophora apiculata* Barks. Journal of Tropical Forest Science. 2006; 18(1):59-65. <https://www.frim.gov.my/v1/jtfsonline/jtfs/v18n1/59-65.pdf>

MADER TL, Davis MS, Brown-Brandl T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. Journal of Animal Science. 2006; 84:712-719. <http://digitalcommons.unl.edu/animalscifacpub/608>

MAQSOOD S, Benjakul S, Balange AK. Effect of tannic acid and kiam wood extract on lipid oxidation and textual properties of fish emulsion sausages during refrigerated storage. Food Chemistry. 2012; 130:408-416. DOI:[10.1016/j.foodchem.2011.07.065](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.065)

OTERO MJ, Hidalgo GL. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales.

Sitio Argentino de Producción Animal. 2004; 16:1-11. www.produccion-animal.com.ar/.../64-taninos_en_forrajeras.pdf

PEARCE SC, Gabler NK, Ross JW, Escobar J, Patience JF, Rhoads RP, Baumgard LH. The effects of heat stress and plane of nutrition on metabolism in growing pigs. *Journal of Animal Science*. 2013; 91:2108–2118. DOI:10.2527/jas.2012-5738

PEARCE SC, Mani V, Boddicker RL, Johnson JS, Weber TE, Ross JW, Baumgard LH, Gabler NK. Heat stress reduces barrier function and alters intestinal metabolism in growing pigs. *Journal of Animal Science*. 2012; 90(Suppl 4):257–259. DOI: 10.2527/jas52339

PREVOLNIK M, Škrlep M, Brus M, Pugliese C, Čandek-Potokar M., Škorjanc D. Supplementing pig diet with 0.2% sweet chestnut (*castanea sativa* mill.) wood extract had no effect on growth, carcass or meat quality. *Acta Agriculturae Slovenica*. 2012; Suppl. 3:83 - 88. aas.bf.uni-lj.si/zootehnika/supl/3-2012/PDF/3-2012-83-88.pdf

QUINIOU N, Noblet J, van Milgen J, Dubois S. Modelling heat production and energy balance in group-housed growing pigs exposed to low or high ambient temperatures. *British Journal of Nutrition*. 2001; 85:97-106. DOI: 10.1079/BJN2000217

RAJAMURUGAN R, Deepa V, Sivashanmugam M, Raghavan CM. Phytochemistry, antioxidant and antibacterial activities of medicinal plants- a comparative study. *International Journal of Current Research and Review*. 2013; 5 (0):8-19. <http://www.scopemed.org/fulltextpdf.php?mno=33777>

RAY PD, Huang BW, Tsuji Y. Reactive oxygen species (ROS) homeostasis and redox regulation in cellular signaling. *Cell Signal*. 2012; 24(5):981–990. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cellsig.2012.01.008>

SCHIAVONE A, Guo K., Tassone S, Gasco L, Hernandez E, Denti R, Zoccarato I. Effects of a natural extract of chestnut wood on digestibility, performance traits, and nitrogen balance of broiler chicks. *Poultry Science*. 2008; 87:521-527. DOI:10.3382/ps.2007-00113

SINGH R, Kumar VP, Singh G. Total phenolic, flavonoids and tannin contents in different extracts of *Artemisia absinthium*. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*. 2012; 1(2):101-104. DOI: 10.5455/jice.20120525014326

STEEL GD, Torrie JH. *Bioestadística: Principios y Procedimientos* (2da. Ed.). McGraw-Hill, México, D. F. 1985. ISBN: 0-07-060926-8

ŠTUKELJ M, Valenčak Z, Krsnik M, Svete AN. The effect of the combination of acids and tannin in diet on the performance and selected biochemical, haematological and antioxidant enzyme parameters in grower pigs. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2010; 52:19. DOI: 10.1186/1751-0147-52-19

SULAIMAN S, Ibrahim D, Kassim J, Sheh HL. Antimicrobial and antioxidant activities of condensed tannin from *Rhizophora apiculata* barks. *Journal of Chemical Pharmacology Research*. 2011; 3(4):436-444. www.jocpr.com/.../antimicrobial-and-antioxidant-activities-of-condensed-tannin-from-rhizophora-apiculata-barks.pdf

TASKIN T, Bitis L, Birteksöz TAS. Antioxidant and antimicrobial activities of different extracts from *Eremurus spectabilis* leaves. *Spatula DD*. 2012; 2(4):213-217. DOI: [10.5455/spatula.20121221080346](https://doi.org/10.5455/spatula.20121221080346)

TRENTIN DS, Silva DB, Amaral MW, Zimmer KR, Silva MV, Lopes NP, Giordani RB, Macedo AJ. Tannins possessing bacteriostatic effect impair *pseudomona aeruginosa* adhesion and biofilm formation. *PloS one*. 2013; 8(6): e66257. DOI:10.1371/journal.pone.0066257

VENTURA-CORDERO J, Pech-Cervantes A, Sandoval-Castro CA, Torres-Acosta JFJ, González-Pech PJ, Sarmiento-Franco LA. Relación herbívoro-tanino: adaptación de ovinos y caprinos a la vegetación rica en taninos de la Península de Yucatán. *Bioagrociencias*. 2013; 6:1:19-25. www.ccba.uady.mx/revistas/bioagro/V6N1/Articulo%204.pdf

ZOCCARATO I, Gasco L, Schiavone A, Guo K, Barge P, Rotolo L, Savarino G, Masoero G. 2008. Effect of extract of chestnut wood inclusion in normal and low protein aminoacid supplemented diets on heavy broiler rabbits. 9th World Rabbit Congress. June 10-13; 2008. Verona, Ital. <https://world-rabbit-science.com/WRSA...2008.../N-Zoccarato.pdf>

ABANICO LLANTERO

ENRIQUE ESTRADA OROZCO, RFC EAOE970326JI2

DISTRIBUIDOR LLANTERO NACIONAL

abanicollantero@gmail.com

Checa precios en [facebook.com/abanicollantero](https://www.facebook.com/abanicollantero)

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

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

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

Precio de mayoreo en la compra de 4 llantas. Consulta precios en [facebook.com/abanicollantero](https://www.facebook.com/abanicollantero)

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



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

