

ABANICO VET 7(1) ENERO-ABRIL 2017 ISSN 2448-6132



ABANICO
VETERINARIO®
Incluye animales acuáticos



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, SCILIT, Birmingham Public Library, Genamics JournalSeek.

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 enviaran un Carta cediendo los derechos a Sergio Martínez González.

Costo por publicación: \$500.00 pesos mexicanos, que serán depositados una vez aceptado el video, a la Cuenta en Scotiabank (Número de SWIFT: MBCOMXMM, esto para depósitos internacionales), Cuenta Bancaria 01401150472, CLABE INTERBANCARIA 044560014011504728 a Nombre de Sergio Martínez González; enviar depósito escaneado, datos de dirección postal y datos para factura 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). Se realiza en Tepic Nayarit. En el marco de la Feria Nayarita.

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

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 7(1) 2017
CONTENIDO**

Cintillo Legal 7
Editorial 8
Indicaciones para los autores 9
Indizada en 12
Suscripciones y pagos por publicación 14

ARTÍCULOS ORIGINALES

Respuesta productiva de corderos en engorda a la suplementación con extractos de taninos 14
Productive response of fattening lambs to the supplementation with extract tannins

Evaluación de semilla de guayaba (*Psidium guajava* L.) como alternativa en la nutrición ruminal 26
Evaluation of seed of guava (*Psidium guajava* L.) as an alternative in ruminal nutrition

Evaluación del efecto antibacterial del aceite de oliva ozonizado contra *Listeria monocytogenes* 36
Evaluation of the antibacterial effect of ozonized olive oil against *Listeria monocytogenes*

Evaluación de parámetros productivos y rendimiento de la canal de conejos que consumieron infusión de epazote (*Chenopodium ambrosioides*) 44
Evaluation of productive parameters and carcass yield of rabbits, that consumed epazote (*Chenopodium ambrosioides*) infusion

Efecto del consumo de vinagre y una bebida fermentada sobre la calidad de la canal y carne de conejos 48
Effect of the consumption of vinegar and a fermented drink on the quality of the carcass and rabbit meat

REVISIÓN DE LITERATURA

Diagnóstico y tratamiento de la diabetes mellitus en perros 53
Diagnosis and treatment of mellitus diabetes in dogs

CINTILLO LEGAL

Abanico Veterinario, Año 7, Volumen 7, No. 1, Enero-Abril 2017, 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, 16 de Marzo de 2017.

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, SIIC DATA BASES Sociedad Iberoamericana de Información Científica (SIIC), SCILIT, Birmingham Public Library y en Genamics JournalSeek; además es evaluada por REDALYC; para en un futuro corto ingresar al INDEX de CONACYT, SCOPUS y a la WEB SCIENCE.

La base de datos EBSCO la ha posicionado en China.

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

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.

- 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 al correo de la revista abanicoveterinario@gmail.com.

10.- La literatura citada será el 80 % no mayor a 10 años de antigüedad. Escribirla por orden alfabético de acuerdo a los ejemplos y cuando la referencia tenga dirección electrónica se debe colocar al final. Incluir su numeración normalizada (ISSN, DOI), en caso de libros (ISBN) así como a patentes y legislaciones. No deben existir citas en el texto sin referencia ni referencias sin citas en el texto. Citar en el texto de la forma apellido o institución coma año y entre paréntesis. Ejemplos (Cervantes, 2016), en caso de dos autores (Abdelhadi y Santini, 2006), en caso de más de dos autores (Fernández *et al.*, 2010), en caso de corporativo de deberá colocar de forma abreviada (SAGARPA, 2014). Autores citados con más de una publicación en un mismo año, se deberán diferenciar con letras "a","b" incluidas en el año en superíndice. 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, artículos de periódicos, tesis, entrevistas, documentos de internet o impresos sin autor u organismo, documentos electrónicos no indexados en las bases de datos científicas, páginas web (salvo determinados sitios estadísticos), documentos audiovisuales, enciclopedias como Wikipedia. Las autocitas tanto del propio autor como de la revista, no deben exceder del 20% de la literatura consultada. Ejemplos de como citar:

a) FERNÁNDEZ SS, Ferreira BL, Sousa BR, López FR, Braz LC, Faustino TL, Realino PJ, Henrique FP. 2010. Repellent activity of plant-derived compounds against *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) nymphs. *Veterinary Parasitology*. 167(1):67-73. ISSN: 0304-4017, DOI:10.1016/j.vetpar.2009.09.047.

b) ABDELHADI LO, Santini FJ. 2006. 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*. 127:33-43. ISSN: 0377-8401, DOI:10.1016/j.anifeedsci.2005.08.010

c) QUERO CAR. 2013. *Gramíneas introducidas: Importancia e impacto en ecosistemas ganaderos*. Texcoco, México: Editorial Biblioteca Básica de Agricultura. 345 p. ISBN: 978-607-715-106-7.

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

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

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

f) SAS Institute. 2010. *Statistical Analysis Software SAS/STAT®*. version 9.0.2, Cary, N.C., USA: SAS Institute Inc., ISBN: 978-1-60764-599-3, Disponible: http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html#

g) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. NOM-021-SEMARNAT-2000, México: Diario Oficial de la Federación, 85 p. Disponible: <http://www.semarnat.gob.mx/node/18>

11.- Tablas insertarlas en Word (no como imágenes) y que sean editables, en blanco y negro, sin salirse de los márgenes, en párrafos 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 de texto 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.

15.- Para buscar el DOI ingresar a <http://www.Crossref.org/SimpleTextQuery/> es necesario registrarse.

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/>

SCILIT. <http://www.scilit.net/journals/518784>

Birmingham Public Library. <http://www.bplonline.org/virtual/databases/journals.aspx>

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/>

SCILIT Scientific Literature

<http://www.scilit.net/journals/518784>

Genamics JournalSeek

<http://journalseek.net/cgi-bin/journalseek/journalsearch.cgi?field=issn&query=2007-428X>

Birmingham Public Library

<http://www.bplonline.org/virtual/databases/journals.aspx>

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 en Scotiabank (Número de SWIFT: MBCOMXMM, esto para depósitos internacionales), Cuenta Bancaria 01401150472, CLABE INTERBANCARIA 044560014011504728 a Nombre de Sergio Martínez González; enviar depósito escaneado, datos de dirección postal y datos para factura al correo abanicoveterinario@gmail.com. Para suscripción anual (tres números) en formato electrónico \$150.00 con envíos a su correo 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. Este pago incluye la traducción al inglés o al español, publicación en el **Congreso Virtual Abanico Veterinario** del Video grabado del artículo bajo los criterios de evaluación.

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. Enero-Abril 2017; 7(1):14-25. Recibido: 31/08/2016 Aceptado: 12/12/2016.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.71.1>

Respuesta productiva de corderos en engorda a la suplementación con extractos de taninos

Productive response of fattening lambs to the supplementation with extract tannins

Bonilla-Valverde Elmer valverde-4@hotmail.com, **Flores-Aguirre Leopoldo** lflores@uas.edu.mx,
Barajas-Cruz Rubén rubar@uas.edu.mx, **Romo-Valdez Juan** romo_14@hotmail.com, **Montero-Pardo Arnulfo** arnulfomp@hotmail.com, ***Romo-Rubio Javier** romo60@uas.edu.mx

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

Para determinar el efecto del nivel suplementario de extracto de taninos (ET) en la respuesta productiva de corderos en engorda, se realizó un experimento con un diseño de bloques completos al azar, en el que se usaron 48 corderos de pelo (3/4 Katahdin x 1/4 Pelibuey) con una edad promedio de $70 \pm$ (desviación estándar) 5 d de edad DE y peso de 21.3 ± 3.23 kg DE durante un periodo de 70 días. Los tratamientos fueron: 1) Dieta formulada con grano de maíz, harina de soya y paja de maíz, con aporte nutrimental de acuerdo a la etapa fisiológica, sin adición de ET (testigo; n = 12); 2) dieta testigo más 0.15 % de ET (ET 15; n = 12); 3) dieta testigo más 0.30 % de ET (ET 30; n = 12) y 4) dieta testigo más 0.45 % de ET (ET 45; n = 12). Los resultados fueron analizados por ANDEVA ($P \leq 0.05$), y la influencia del nivel de ET en la respuesta productiva se exploró mediante polinomios ortogonales. La ganancia diaria de peso (GDP) y la conversión alimenticia (CA) mejoraron ($P \leq 0.05$) con la inclusión de 0.15 y 0.30 % de ET en la dieta, y el peso final fue mayor ($P = 0.05$) en los corderos que consumieron la dieta con 0.15 % de ET. Se observó una respuesta cuadrática ($P \leq 0.05$) al nivel de adición de ET; el análisis de regresión sugiere que la mejor respuesta productiva puede obtenerse con niveles de 0.2 % de ET en la dieta ($R^2 = 0.75$; $P < 0.01$). Se concluye, que el consumo de dietas suplementadas con ET mejora la GDP y la CA, y la mejor respuesta se obtiene con 0.2 % de ET en la dieta.

Palabras clave: Desempeño productivo, cordero, taninos.

ABSTRACT

To determine the effect of supplementation tannin extract level (TE) on feedlot performance finishing hair lamb, was realized one experiment with a randomized complete block design, in that were used 48 hair lamb (3/4 Katahdin x 1/4 Pelibuey) with average $70 \pm$ (standard deviation) 5 d old SD and an body weight of 21.3 ± 3.23 kg SD during a period of 70 day. The treatments were: 1) diet formulated with corn grain, soybean meal and corn straw, with nutritional support according physiology requirement, without addition of TE (Control; n = 12); 2) control diet plus supplementation with 0.15 % of TE (TE 15; n = 12); 3) control diet plus 0.30% of TE (TE 30; n = 12); and 4) control diet plus 0.45 % of TE (TE 45; n = 12). Results were analyzed by ANOVA ($P \leq 0.05$), and the influence of TE level on productive response was explored using polynomial contrasts. Average daily gain (ADG) and feed conversion (feed/gain ratio) was improved ($P \leq 0.05$) with the diet supplemented with 0.15 and 0.30% of TE, and body weight last was higher ($P = 0.05$) in the lamb feeding with supplemented diets 0.15% TE. Quadratic response was observed ($P \leq 0.05$) to the TE supplementation level; the regression analyses suggest that better productive response may be found with TE 0.2% supplementation level ($R^2 = 0.75$; $P < 0.01$). It is concluded, that intake of supplemented diets

with TE improved ADG and feed conversion, and the better performance it is obtained with 0.2 % of TE in the diet.

Keyword: Feedlot-performance, lambs, tannins.

INTRODUCCIÓN

La engorda intensiva de ovinos es una actividad productiva en el Estado de Sinaloa; en el año 2015 se produjeron 2,843 ton de ovino en pie y 1,481 ton de carne en canal, lo que representó el 2.44 y 2.49 % de la producción nacional, respectivamente (SIAP, 2015). La engorda intensiva de esta especie en el estado demanda alternativas alimenticias que mejoren la rentabilidad de las unidades de producción. En este sentido, se sabe que cantidades moderadas de extractos de taninos (ET) tienen efectos benéficos sobre el metabolismo de las proteínas en los rumiantes, disminuyendo su degradación en el rumen (Jayanegara y Palupi, 2010) y aumentando la absorción de los aminoácidos en el intestino delgado (Min *et al.*, 2003). Se ha demostrado que en los rumiantes que consumen dietas con 1.6 a 3.3 % de extractos de taninos condensados (TC) de la materia seca (MS), baja la concentración de amoníaco ruminal; como una consecuencia en la reducción de la degradación microbiana de las proteínas y del propio crecimiento bacteriano (Min *et al.*, 2012).

Se ha observado que los taninos forman complejos con las proteínas mediante enlaces de hidrógeno, que son estables a un pH entre 3.5 - 7.0 (como los prevalecientes en el rumen), y se disocian cuando el pH cae por debajo de 3.5, como sucede en el abomaso con pH 2.5 - 3, o también cuando éste es mayor de 8.0, como en el duodeno (Frutos *et al.*, 2004). Los efectos dependen del tipo de tanino, que comprende un grupo diverso de compuestos fenólicos. El extracto de tanino condensado se ha utilizado para proteger la proteína la degradación ruminal en rumiantes (Bunglavan y Dutta, 2013).

Estudios realizados en bovinos de engorda indican que la adición de 0.3 % de extractos de taninos respecto de la MS de la dieta, mejoran el peso de la canal caliente (Camacho *et al.*, 2011; Montoya *et al.*, 2013a), la ganancia diaria y el peso final (Barajas *et al.*, 2011b; Barajas *et al.*, 2012; Barajas *et al.*, 2013; Montoya *et al.*, 2013b; Cervantes *et al.*, 2013). El objetivo del presente estudio fue medir la respuesta productiva de corderos en engorda al consumo de dietas adicionadas con 0.15, 0.30 y 0.45 % de extractos de taninos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación geográfica. El trabajo se realizó durante los meses de octubre a diciembre de 2013 en la Unidad de Investigación para Ovinos Mojolo - CAUAS210 (Cuerpo Académico de Producción y Salud Animal de la Universidad Autónoma de Sinaloa), ubicada en las instalaciones de Agrícola y Ganadera Mojolo, S.A. de C.V. en el poblado de Mojolo, Culiacán, Sinaloa, México. Ésta se localiza a 24°53'16" latitud norte y 107°25'03" longitud oeste y 46 msnm. De acuerdo a la información de la estación

meteorológica (Aguaruto) más cercana al lugar donde se realizó el estudio, la temperatura promedio máxima fue de 29.95 °C durante el verano y mínima de 19.9°C durante el invierno; y una humedad relativa promedio durante el año de 68.26 %, con máxima de 72.1 % durante el verano y mínima de 62.25 % durante la primavera (CIAD, 2015).

Diseño experimental y tratamientos. Se usaron 48 corderos de pelo (3/4 Katahdin x 1/4 Pelibuey) con una edad promedio de 70 ± 5 d de edad DE y peso de 21.3 ± 3.23 kg DE durante un periodo de 70 días, en un diseño de bloques completos al azar (Hicks, 1973), donde el criterio de bloqueo fue el peso inicial. Con base en el peso se conformaron cuatro bloques, los que en grupos de tres animales fueron asignados a uno de cuatro tratamientos y alojados en 16 corrales elevados con piso de plástico (1.5 x 1.6 m). Los tratamientos consistieron en: 1) Dieta a base de maíz-pasta de soya-paja de maíz (Cuadro 1), sin adición de extractos de taninos (ET) (Dieta testigo; n = 12); 2) Dieta testigo más la adición de 0.15 % de ET (ET 15; n = 12); 3) Dieta testigo más la adición 0.3 % de ET (ET 30; n = 12); y 4) Dieta testigo más la adición de 0.45 % de ET (ET 45; n = 12). El extracto se suministró a partir de una mezcla de taninos condensados e hidrolizables, obtenido de quebracho y castaños (Silvafeed-Bypro; SilvaTeam-Inudor, SA, Argentina).

Manejo de los animales. Los corderos fueron identificados con aretes de plástico numerados, se desparasitaron con ALBENDAPHORTE 2.5 % Co (Salud y Bienestar Animal®) con dosis de 3.8 mg/kg de peso vivo, vía oral, y se vacunaron contra *Mannhemia hemolytica* (One Shot, Zoetis ®). Los corderos fueron alimentados a libre acceso, ofreciendo un 5 % más de alimento con respecto al consumo del día anterior; la ración diaria fue servida y registrada todos los días a las 0800 horas, y el alimento sobrante fue pesado a las 0800 horas del día siguiente. Los corderos fueron pesados al inicio del experimento (día 1), al día 28 y al final del experimento (día 70). Con los datos de consumo voluntario de alimento y ganancia diaria de peso se obtuvo la conversión alimenticia.

Análisis estadístico. Los resultados fueron analizados con un ANDEVA ($P \leq 0.05$), para un diseño de bloques completos al azar (Hicks, 1973), utilizando al corral como la unidad experimental. El modelo matemático utilizado fue:

$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_j + \varepsilon_{ijk}$; donde:

Y_{ijk} = variable de respuesta.

μ = media general de la variable estudiada.

β_i = efecto del i-ésimo bloque.

T_j = efecto del j-ésimo tratamiento.

y ε_{ijk} = error experimental o aleatorio.

Ingredientes	Proporción de MS de la dieta, %	
	Días 1 a 28	Días 29 a 70
Paja de maíz	14.96	7.49
Maíz entero	66.07	78.64
Harina de soya	16.20	11.23
Premezcla vitaminas y minerales ¹	2.77	2.64
	100 %	100 %
	Composición	
MS, %	90.25	90.13
Proteína cruda, %	16.33	14.30
ENm, Mcal/kg	1.959	2.066
ENg, Mcal/kg	1.314	1.408

¹ Ganamin® ovinos engorda Total, cada 25,000 g contienen (Zn 30.00 g, Mn 20.00 g, Co 60.00 mg, I 610.00 mg, Se 100.00 mg, Na 4000.00 g, S 27.30 g, Mg 300.00 g, Bovatec (lasalocida sódica) 200.00 g, Vit. A 960,000 U.I., Vit. D. 300,000 U.I., Vit. E. 4500 U.I., ETQ/BHT 25.00 G, Urea 5,000.00 g.

Cuadro 1. Composición de la dieta (BS).

La comparación de la influencia del nivel de adición de ET en las variables del desempeño productivo de los corderos se realizó por análisis de polinomios ortogonales. Los resultados de mejora proporcional en la respuesta de ganancia de peso y conversión alimenticia se calcularon como proporción porcentual en relación a su respectivo testigo; a estos datos se analizaron por regresión polinómica. Todos los análisis se realizaron con el Paquete Estadístico Statistix®, versión 9.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La influencia del nivel de adición de extracto de taninos (ET) en la respuesta productiva de corderos en engorda se presenta en el Cuadro 2. La suplementación con ET tuvo una respuesta cuadrática en el peso final, en la GDP y en la CA ($P \leq 0.05$) de los corderos. La mejora en la ganancia de peso expresada como porcentaje en relación al testigo, fue descrita por la ecuación cuadrática (Figura 1): $GDP, \% \text{ Testigo} = [-0.6561 + (12.416 \times \text{Taninos}) - (2.7535 \times \text{Taninos}^2)]$; ($R^2 = 0.59$; $P = 0.02$). Con base en ésta, se calculó que la mejor respuesta en la ganancia de peso (13.3 %) es esperable cuando el ET es adicionado en proporción equivalente al 0.23 % de la materia seca (MS) de la dieta.

Variable	Nivel de extracto de taninos,% en la dieta MS				EEM ¹	Valor de P	Polinomios	
	0	0.15	0.30	0.45			Lineal	Cuadrático
Corderos, n	12	12	12	12				
Corral, réplica, n	4	4	4	4				
Peso corporal, kg								
Día1	21.469	21.694	21.181	21.410	0.163	0.27	0.40	0.99
Día 28	27.253 ^a	27.906 ^a	26.928 ^a	27.297 ^a	0.492	0.59	0.72	0.79
Día 70	36.479 ^b	38.638 ^a	37.721 ^{ab}	36.804 ^{ab}	0.602	0.05	0.99	0.05
Ganancia diaria de peso, kg								
Días 1-28	0.207 ^a	0.220 ^a	0.205 ^a	0.210 ^a	0.018	0.91	0.95	0.79
Días 29-70	0.220 ^b	0.256 ^a	0.257 ^a	0.226 ^{ab}	0.009	0.05	0.62	0.02
Días 1-70	0.214 ^b	0.242 ^a	0.236 ^{ab}	0.220 ^{ab}	0.009	0.09	0.80	0.05
Consumo de materia seca, kg								
Días 1-28	0.870 ^a	0.867 ^a	0.849 ^a	0.889 ^a	0.029	0.80	0.77	0.48
Días 29-70	1.059 ^a	1.050 ^a	1.097 ^a	1.120 ^a	0.046	0.68	0.30	0.74
Días 1-70	0.987 ^a	0.980 ^a	1.002 ^a	1.073 ^a	0.038	0.77	0.39	0.64
Consumo/ganancia, (Kg Kg⁻¹)								
Días 1-28	4.223 ^a	3.992 ^a	4.139 ^a	4.230 ^a	0.256	0.91	0.88	0.55
Días 29-70	4.905 ^a	4.089 ^b	4.322 ^{ab}	5.097 ^a	0.274	0.08	0.53	0.03
Días 1-70	4.608 ^{ab}	4.056 ^c	4.251 ^{bc}	4.752 ^a	0.112	0.02	0.26	< 0.01

¹Error Estándar de la Media; ^{a, b, c}, literales diferentes en la misma fila indica diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Cuadro 2. Influencia del nivel de extracto de tanino en la dieta de corderos en el crecimiento y finalización.

La mejora en la conversión alimenticia expresada como porcentaje en relación al testigo por la adición de ET, fue descrita por la ecuación (Figura II): $CA, \% \text{ Testigo} = [0.3947 + (11.066 \times \text{Taninos}) - (2.7201 \times \text{Taninos}^2)]$; ($R^2 = 0.76$; $P < 0.01$), estimándose que la máxima mejora en conversión alimenticia se daría con la adición de 0.2 % de ET de la MS de la dieta, esperado una disminución del 11.6 % del alimento consumido para ganar 1 kg de peso corporal en relación teórica con el testigo.

La GDP mayor ($P = 0.02$) se obtuvo con el nivel de 0.15 % de ET, durante el periodo final del estudio (29-70 días), lo que se reflejó en una mejoría de 5.9 % ($P = 0.05$) en el peso final en los corderos. Al respecto, Barajas *et al.* (2011a) observó un incremento del 7 % en la GDP en borregos que consumieron dietas adicionadas con 0.3 % de ET. Por su parte, Montoya *et al.* (2013b) en un estudio realizado con toretes en engorda intensiva, observó una mejora en el peso final de 2.8 %, lo que representó 10 kg más de peso corporal al consumir alimento con 0.3 % de ET condensados.

La GDP se mejoró ($P = 0.09$) en 13 % durante todo el periodo de prueba (1 a 70 días), en el tratamiento con 0.15 % de ET. Estos resultados son similares a los obtenidos por Barajas *et al.* (2011a), quien observó una mejora del 12 % con un nivel de adición de 0.3 % de ET condensados. En otro estudio, realizado con toretes en engorda intensiva Barajas *et al.*, (2011b), encontró una respuesta similar (11 % de mejora) en la GDP, cuando se adicionó 0.32 % de ET a la dieta.

La mejora ($P = 0.02$) en la CA fue del 12 % en los corderos que consumieron dietas adicionadas con 0.15 % ET; en este sentido, Barajas *et al.* (2012) obtuvo una mejora del 10 % en toretes en engorda intensiva consumiendo dietas adicionadas con 0.33 % de ET.

Los resultados del presente estudio muestran que el consumo de dietas adicionadas con ET mejora la respuesta productiva de corderos, lo que sugiere que los taninos administrados a niveles de 0.15 % de la MS de la dieta disminuyen la degradación de la proteína en el rumen; esto puede deberse a la formación del complejo tanino-proteína inducida por el pH ruminal, lo que evita la acción enzimática de los microorganismos presentes en el rumen sobre la proteína, favoreciendo que ésta fluya sin modificaciones al abomaso; donde este complejo se disocia por efecto del pH ácido (3.5) y a nivel de duodeno por el pH alcalino (8), lo que permite que la proteína se degrade por las enzimas presentes y los aminoácidos sean absorbidos a nivel intestinal (Min *et al.*, 2006); al respecto se ha sugerido que los taninos disminuyen la degradación de la proteína en el rumen (Jayanegara y Palupi, 2010), mejorando la utilización del nitrógeno y el desempeño productivo de los rumiantes (Min *et al.*, 2003; Min *et al.*, 2005; Min *et al.*, 2006; Min *et al.*, 2012; Min *et al.*, 2015). La inhibición de la degradación de la proteína por parte de las bacterias ruminales se debe a la formación de complejos taninos-enzimas microbianas (Patra y Saxena, 2010); así como por la disminución del crecimiento de cepas bacterianas en el rumen (Min *et al.*, 2005). Estos efectos pueden ser explicados por la formación de puentes de hidrógeno, debido a la afinidad entre los grupos hidroxilos de los taninos y los grupos carbonilos de los péptidos (Patra y Saxena, 2010).

La formación de complejos tanino-proteína a nivel ruminal, puede dar como resultado un mayor aporte de proteína metabólica (PM), dado que la PM a partir de la proteína cruda

(PC) microbiana es equivalente al 64 % de la misma; en tanto que el aporte de PM de la PC de la dieta, que no fue degradada en el rumen, equivale a un 80 % (NRC, 2007); este aumento en la PM que llega al intestino delgado se traduce en una mayor disponibilidad de aminoácidos, que pueden ser utilizados para la síntesis de proteína y formación de tejido por el animal (Barry y McNabb, 1999).

En contra parte, los corderos que recibieron dietas suplementadas con 0.45 % de ET, mostraron valores muy cercanos al Testigo, y por debajo de la respuesta en la GDP de los corderos que recibieron niveles menores 0.30 % de ET en la dieta, tal cual fue descrito en la respuesta cuadrática; por lo que niveles superiores al 0.23 % de ET en la dieta, puede incrementar la formación de complejos taninos-proteína, disminuyendo la disponibilidad de proteína degradable para el crecimiento microbiano a nivel ruminal; provocando un menor aporte de proteína microbiana al intestino (NRC, 2007). También se ha descrito que los taninos condensados tienen la capacidad de formar complejos con las proteínas en condiciones de pH ligeramente ácidas (Mutabarukaa *et al.*, 2007).

Se ha sugerido que dietas conteniendo alrededor de 80 % de maíz, como las ofrecidas en el presente estudio, inducen un pH intestinal ácido (Gressley *et al.*, 2011; Fredin *et al.*, 2014), y por lo tanto, favorecen la formación de complejos tanino-proteína. También se ha informado, que cuando existe la presencia de taninos en el alimento, en cantidades suficientes, estos pueden formar complejos con las enzimas digestivas (Mandal y Ghosh, 2010), así como con las proteínas de membrana de las células del epitelio intestinal, interfiriendo en la digestión y absorción de nutrientes (Cowan, 1999; Sharma *et al.*, 2009; Barbehenn y Constabel, 2011).

El consumo de MS no fue afectado por los tratamientos ($p > 0.20$), resultado esperado; ya que se ha sugerido que niveles de taninos inferiores al 3 % de la MS de la dieta no afectan el consumo voluntario de los rumiantes (Bengaly *et al.*, 2007); y que se requieren niveles de taninos superiores al 4 % de la MS, para hacer evidente una disminución en el consumo de alimento (Solaiman *et al.*, 2010). Ante la ausencia de efecto de los taninos en el consumo de MS, la conversión alimenticia (Consumo/ganancia) mostró un comportamiento similar al que se observó en la ganancia de peso.

En el experimento completo, la conversión alimenticia (CA) presentó un comportamiento cuadrático ($P < 0.01$), como se mencionó con anterioridad, en el que los corderos que recibieron los tratamientos con 0.15 y 0.3 % de ET, requirieron de 12 y 8 % menos alimento, respectivamente, por cada kg de incremento de peso, en relación a los corderos del grupo Testigo; en tanto, que los corderos que recibieron 0.45 % de ET suplementario presentaron valores de CA más elevados que los alimentados con niveles de 0.15 y 0.3 % y cercanos a los que se observaron en el grupo Testigo; lo que implica, que la inclusión

ET a la dieta por encima de 0.3 %, disminuye la eficiencia alimenticia a valores cercanos a los que se esperarían sin la inclusión de los ET.

Los resultados del presente estudio sugieren la suplementación de las dietas con niveles entre 0.15 a 0.3% de ET, mejoran la respuesta productiva de los corderos en engorda, lo que puede ser atribuible al efecto protector de los taninos sobre la degradación de las proteínas de la dieta en el rumen; en tanto que dosis mayores pudieran interferir en la disponibilidad de aminoácidos para la síntesis de tejidos corporales.

CONCLUSIÓN

La adición de extracto de tanino a la dieta mejora de forma cuadrática la productividad de los corderos en engorda, y el mejor nivel de adición del extracto de taninos es en una proporción cercana al 0.2 % de la materia seca de la dieta.

LITERATURA CITADA

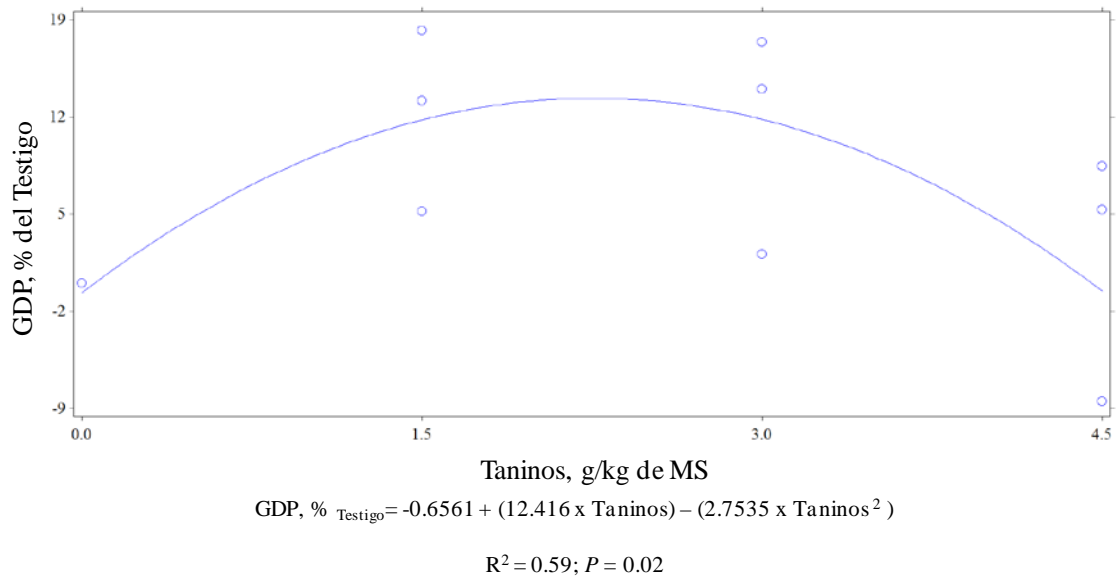
BARAJAS R, Cervantes B J, Espino MA, Camacho A, Verdugo M, Flores LR, Lomeli JJ, Romo JA. Effect of tannins extract supplementation on feedlot performance and plasma urea nitrogen of yearling bulls fed dry-ground corn-based diets containing corn-DDG and cane molasses. *Journal of Animal Science* 2012; Vol. 90 (Suppl. 3):600.
<http://www.jtmtg.org/JAM/2012/abstracts/593.pdf>

BARAJAS R, Cervantes BJ, Camacho A, Verdugo M, Espino MA, Flores LR, Romo JA, Velazquez EA, Lomeli JJ. Influence of addition of tannins-extract in low concentration of dietary dry matter on feedlot-performance of bulls. *Journal of Animal Science*. 2011b; Vol. 89 (E-Suppl.1):615. www.jtmtg.org/JAM/2011/abstracts/0611.PDF

BARAJAS R, Cervantes BJ, Espino MA., Camacho A, Verdugo M, Flore LR, Romo JA. Interaction of tannin extract and zilpaterol hydrochloride supplementation on feedlot performance of bulls. *Journal of Animal Science*. 2013; 91 (E-Suppl. 2):8.
<http://www.jtmtg.org/JAM/2013/abstracts/5.pdf>

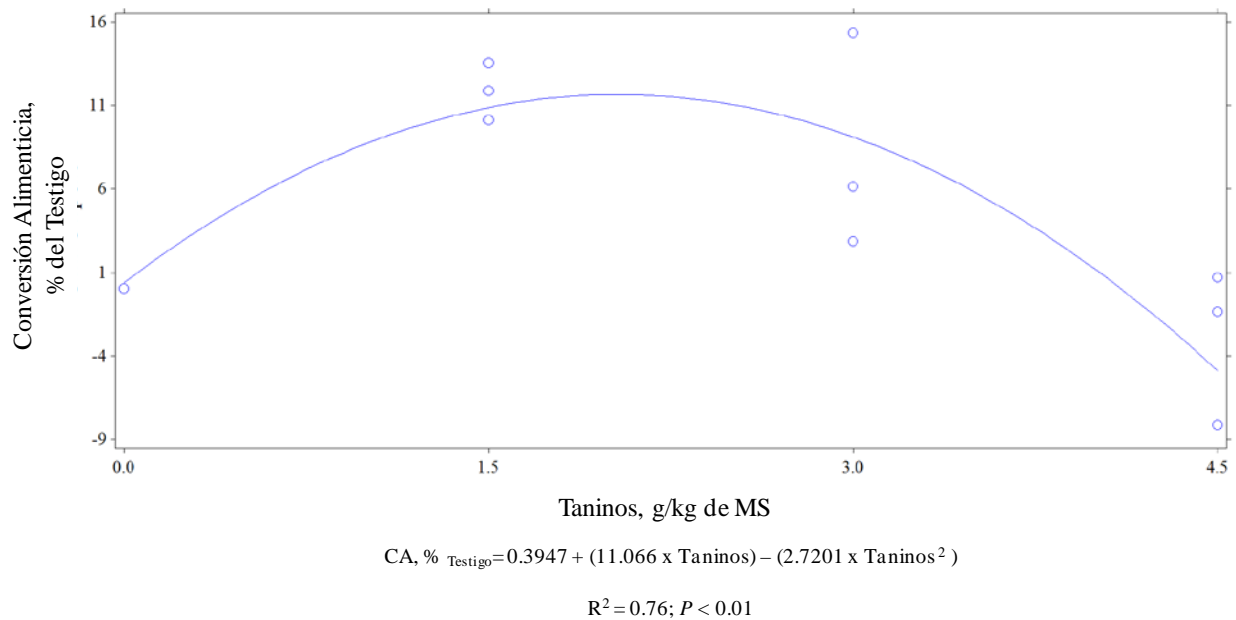
BARAJAS R, Ortiz B, Camacho A, Villalba NE, Flores LR, Lomeli JJ, Romo JA. Influence of additional tannins-extract level on feedlot-performance of finishing lambs. *Journal of Animal Science*. 2011a; Vol. 89 (Suppl. 1):651.
www.jtmtg.org/JAM/2011/abstracts/0611.PDF

BARBEHENN RV, Constabel PC. Tannins in plant-herbivore interactions. *Phytochemistry*. 2011; 72 (13):1551–1565.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.01.040>.



Valores expresados como proporción porcentual de la mejora en relación con su respectivo Testigo.

Figura I. Influencia del nivel de adición de extracto de taninos a la dieta en la ganancia de peso de corderos en engorda.



Valores expresados como proporción porcentual de la mejora en relación con su respectivo Testigo.

Figura II. Influencia del nivel de adición de extracto de taninos a la dieta en la conversión alimenticia de corderos en engorda.

BARRY TN, McNabb WC. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition*.1999; 81:263-272. <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114599000501>

BENGALY K, Mhlongo S and Nsahlai I V. The effect of wattle tannin on intake, digestibility, nitrogen retention and growth performance of goats in South Africa. *Livestock Research for Rural Development*. 2007; 19 (Article #50). <http://www.lrrd.org/lrrd19/4/beng19050.htm>

BUNGLAVAN SJ, Dutta N. Use of Tannins as Organic Protectants of Proteins in Digestion of Ruminants. *Journal of Livestock Science*. 2013; 4:67-77. http://livestockscience.in/wp-content/uploads/Buglavan_tannin.pdf

CAMACHO A, Cervantes BJ, Espino MA, Verdugo M, Flores LR, Romo JA, Barajas R. Influence of addition of tannins-extract in low concentration of dietary dry matter on carcass characteristics of bull-calves. *Journal of Animal Science*. 2011; Vol. 89 (Suppl.1):651. www.jtmtg.org/JAM/2011/abstracts/0611.PDF

CERVANTES BJ., Camacho A, Vazquez JA, Espino MA, Heras TJ, Flores LR., Lomeli JJ, Barajas R. Influence of tannins extract supplementation on feedlot performance and plasma urea nitrogen of nonimplanted growing heifers. *Journal of Animal Science*. 2013; 91 (E-Suppl.2):7. <http://www.jtmtg.org/JAM/2013/abstracts/5.pdf>

CIAD. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Unidad Culiacán. Sistema Estadístico del Clima Automatizado de Sinaloa. 2015. <http://187.141.135.166/CIAD/DatosPorPeriodoNuevo.aspx>

COWAN MM. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*.1999; 12 (4):564-582. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10515903>

FREDIN SM, Ferrareto LF, Akins MS, Hoffman PC, Shaver RD. Fecal starch as an indicator of total-tract starch digestibility by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2014; 97(3):1862- 1871. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7395>

FRUTOS P, Hervás G, Giráldez FJ, Mantecón AR. Review. Tannins and ruminant nutrition. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2004; 2 (2):191-202.

GRESSLEY TF, Hall MB, Armentano LE. RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM: Productivity, digestion, and health responses to hindgut acidosis in ruminants¹. *Journal of Animal Science*. 2011; 89:1120–1130. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2010-3460>

HICKS CR. Fundamental concepts in the design of experiments. Holt, Rinehart and Winston, New York, USA. 1973. ISBN 0-03-080132-x.

<http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2004022-73>

JAYANEGARA A, Palupi E. Condensed Tannin Effects on Nitrogen Digestion in Ruminants: A Meta-analysis from in Vitro and in Vivo Studies. *Media Peternakan*. 2010; 33(3):176-181. <http://dx.doi.org/10.5398/medpet.2010.33.3.176>

MANDAL S, Ghosh K. Inhibitory effect of Pistia tannin on digestive enzymes of Indian major carps: an in vitro study. *Fish Physiology and Biochemistry*. 2010; 36(4):1171–1180. <http://dx.doi.org/10.1007/s10695-010-9395-6>

MIN BR, Attwood GT, McNabb WC, Molan AL, Barry TN. The effect of condensed tannins from *Lotus corniculatus* on the proteolytic activities and growth of rumen bacteria. *Animal Feed Science and Technology*. 2005; 121: 45–58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.02.007>

MIN BR, Hernandez K, Pinchak WE, Anderson RC, Miller JE, Valencia E. Effects of Plant Tannin Extracts Supplementation on Animal Performance and Gastrointestinal Parasites Infestation in Steers Grazing Winter Wheat. *Open Journal of Animal Sciences*. 2015; 5:343-350. <http://dx.doi.org/10.4236/ojas.2015.53038>

MIN BR, Solaiman S, Gurung N, Behrends J, Eun JS, Taha E, Rose J. Effects of pine bark supplementation on performance, rumen fermentation, and carcass characteristics of Kiko crossbred male goats. *Journal of Animal Science*. 2012; 90:3556-3567. <http://dx.doi.org/10.2527/jas2011-4931>

MIN RB, Pinchak WE, Anderson RC, Fulford JD, Puchala R. Effects of condensed tannins supplementation level on weight gain and in vitro and in vivo bloat precursors in steers grazing winter wheat. *Journal of Animal Science*. 2006; 84:2546-2554. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2005-590>

MIN, B.R., Barry, T.N., Attwood, G.T. and McNabb, W.C. The Effect of Condensed Tannins on the Nutrition and Health of Ruminants Fed Fresh Temperate Forages: A Review. *Animal Feed Science and Technology*. 2003; 105:3-19. [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00041-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00041-5)

MONTOYA A, Bermúdez JJ, Barajas R. Influence of tannins extract and organic chromium supplementation on feedlot performance. *Journal of Animal Science*. 2013b; 91 (E-Suppl.2):7-8. <http://www.jtmtg.org/JAM/2013/abstracts/5.pdf>.

MONTOYA A, Espino MA, Cervantes BJ, Verdugo M, Barajas R. Influence of tannins extract and organic chromium supplementation on carcass characteristics of finishing bulls. *Journal of Animal Science*. 2013a; 91 (E-Suppl.2):7. <http://www.jtmtg.org/JAM/2013/abstracts/5.pdf>

MUTABARUKAA R, Hairiahb K, Cadischa G. Microbial degradation of hydrolysable and condensed tannin polyphenol–protein complexes in soils from different land-use histories. *Soil Biology & Biochemistry*. 2007; 39:1479–1492. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.12.036>

NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants. The National Academies Press. Washington, D.C. 2007. ISBN0-309-10213-8.

PATRA AK, Saxena J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2010; 91 (1): <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.4152>

SHARMA HC, Sujana G, Rao DM. Morphological and chemical components of resistance to pod borer, *Helicoverpa armigera* in wild relatives of pigeonpea. *Arthropod Plant Interactions*. 2009; 3:151–61. <http://dx.doi.org/10.1007/s11829-009-9068-5>.

SIAP. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. 2015. http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/indexnal.jsp

SOLAIMAN S, Thomas J, Dupre Y, Min BR, Gurung N, Terrill TH. Effect of feeding sericea lespedeza hay on growth performance, blood metabolites, and carcass characteristics of Kiko crossbred male kids. *Small Ruminant Research*. 2010; 93:149–156. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.05.015>

Artículo Original. Enero-Abril 2017; 7(1):26-35. Recibido: 03/10/2016 Aceptado: 23/02/2017.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.71.2>

Evaluación de semilla de guayaba (*Psidium guajava* L.) como alternativa en la nutrición ruminal

Evaluation of seed of guava (*Psidium guajava* L.) as an alternative in ruminal nutrition

Silva-Vega Mónica^{1*} msilva58@hotmail.com, Bañuelos-Valenzuela Rómulo^{1**} apozolero@hotmail.com, Muro-Reyes Alberto¹ amurey@hotmail.com, Esparza-Ibarra Edgar² edgarzac@gmail.com, Delgadillo-Ruiz Lucía² delgadillolucia@gmail.com

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas. México.

²Unidad Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Zacatecas. México. Autor responsable*: Silva-Vega Mónica. Autor de correspondencia**: Bañuelos-Valenzuela Rómulo. Carretera panamericana Zacatecas-Fresnillo, km 31.5 Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, C. P. 98500. México.

ABSTRACT

The nutritional contents of guava flour and germinated guava seeds were evaluated. A proximal analysis and in vitro digestibility were performed. There were significant differences between the flour and germinated guava seeds ($p < 0.01$) for a percentage of ash, crude protein, crude fiber and neutral detergent fiber. In the in vitro digestibility, the highest gas production was given by germination, with 40 ml of gas per 200 mg of dry matter. The highest production of volatile fatty acids after in vitro digestibility (48 h) occurred in the germination of guava seed. Basing on these results, it is concluded that the flour and germinated guava seeds have the possibility of being used in the diet of ruminants.

Keywords: Guava, proximal analysis, digestibility.

RESUMEN

Para evaluar los contenidos nutricionales de la semilla de guayaba se emplearon harina y germinado de la semilla. Se realizó un análisis proximal y digestibilidad *in vitro*. Existieron diferencias significativas entre la harina y germinado de semilla de guayaba ($p < 0.01$) para porcentaje de ceniza, proteína cruda, fibra cruda y fibra detergente neutra. En la digestibilidad *in vitro* la mayor producción de gas se dio en germinado, con 40 ml de gas por cada 200 mg de materia seca. La mayor producción de ácidos grasos volátiles después de la digestibilidad *in vitro* (48 h) ocurrió en el germinado de semilla de guayaba. Se concluye que la harina y germinado de semilla de guayaba tienen posibilidad de ser utilizadas en la dieta de rumiantes.

Palabras claves: Guayaba, análisis proximal, digestibilidad.

INTRODUCCIÓN

México ocupa el quinto lugar mundial en la producción de guayaba con 298,062 toneladas, que representan el 4.4% de la oferta internacional, y es superado en la producción por países como Pakistán, China e India (SAGARPA, 2015). La producción nacional se registra en 22 estados con 22,576 hectáreas sembradas, de las cuales el 89% (22,246 ha) se cosechan en los estados de Michoacán, Aguascalientes y Zacatecas (SIAP, 2012).

El guayabo es un árbol pequeño (con una altura promedio de 2 a 7 metros), comparado con árboles como el de manzano (12 m), naranjo (13 m), o mango (30 m). Las hojas del guayabo son opuestas, de forma oblonga, con venas prominentes de abajo. Las flores son de color blanco y de 2.5 cm de diámetro; los frutos son de forma ovoides y vuelta a forma de pera, con cáscara delgada, con semillas incrustadas en una pulpa firme; o sin cáscara gruesa con pocas semillas (Rishika y Sharma, 2012). Las semillas representan 12g/100g de peso de la fruta y la mayoría de las veces se descartan; sin embargo, este material vegetal tiene un alto valor nutricional, proteína cruda de 9.7% y una digestibilidad mayor que la de soya (Bernardino *et al.*, 2001), que puede ser empleado como alimento de rumiantes.

La longevidad de la semilla de guayaba está determinada por su constitución genética, las características fisiológicas y por daños previos o durante el almacenamiento (Willan, 1991). Cuando la siembra se realiza en vermiculita, papel filtro o toallas de papel a temperaturas de 15 a 35°C, no existen diferencias en los porcentajes de germinación en el género *Psidium guajava* (Pereira y Andrade, 1994). Otra alternativa que favorece la germinación y emergencia de la plántula criptocotilar entre 15 y 23 días es el remojo durante 24 horas (Meza y Bautista, 2007).

Por el alto contenido de proteína vegetal de la semilla y la relativa facilidad en la germinación, la semilla de guayaba se ha considerado como una alternativa de alimento para rumiantes. La fibra contribuye al mantenimiento del funcionamiento y pH ruminal; la secreción salival dependiente de la masticación y la rumia, cuyas funciones dependen de la composición, la degradabilidad y la forma de presentación de la fibra, a pesar de limitar el contenido energético de las raciones y el potencial de ingestión (Mertens, 1987).

En rumiantes, los ácidos grasos volátiles (AGV), son los productos finales de la fermentación de la materia orgánica del alimento y representan la principal fuente de energía (Sutton, 1980); donde la producción y proporción de los AGV acético, propiónico y butírico varía en función de: la dieta administrada, la relación concentrado-forraje, el tipo de procesamiento físico al que fue sometido el alimento (Kauffman, 1976), la degradabilidad de la fibra (Beharka y Nagaraja, 1998) y la digestibilidad (France *et al.*,

1991). Debido a lo anterior, el objetivo fue evaluar el contenido nutricional de la harina de semilla y germinado de guayaba para su uso en la alimentación de rumiantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los frutos de guayaba fueron colectados en el municipio de Jalpa, Zacatecas (Latitud 21°38'23" Norte y Longitud 102°58'47" Oeste), cuyas condiciones climáticas son de semiseco a semicálido. Se recolectaron guayabas en diversos estados de maduración; en época de mayor cosecha que comprendió el periodo de los meses de septiembre de 2012 a febrero del 2013. El fruto se clasificó por estado de maduración, según lo establecido por Del Pilar *et al.* (2007).

1. Verde.- Fruto con cáscara rígida, de coloración verde.
2. Maduro.- Cáscara rígida con coloración amarilla.
3. Postmaduro.- Cáscara que carece de rigidez con coloración amarillo-rojizo.

Las semillas de guayaba fueron separadas de la pulpa, se pesaron e identificaron por unidad de fruto y estado de maduración. Una vez secas fueron asignadas al azar para su germinación. Una primera germinación se realizó en recipientes de plástico con capacidad de un litro que contenían toallas de papel y gasas, donde se colocaron 100 semillas y se cuantificó el porcentaje de germinación. La segunda consistió en colocar cinco semillas en pozos de placas de germinación de 200 pozos de unicel, a una profundidad de un centímetro con sustrato inerte de la marca comercial *LAMBERT LM*®, obtenido de Turba Sphagnum canadiense.

Las semillas se regaron diariamente durante cinco semanas. Al finalizar la germinación se observó el brote de la plántula y fueron medidas desde las hojas hasta la raíz. En la segunda germinación fueron recolectadas las plántulas, las cuales fueron secadas y molidas para realizar el análisis proximal. Para la obtención de la harina, las semillas de guayaba se molieron en un molino de alimentos marca comercial.

Análisis proximal

El análisis consistió en la determinación de: cenizas, extracto etéreo, fibra cruda (FC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), proteína y materia seca (MS). La cuantificación de cenizas se realizó según la metodología descrita por la (AOAC, 1995). Las muestras se analizaron para fibras por triplicado en un digestor ANKOM de 65 rpm de agitación (ANKOM 200, Technology, USA). Las proteínas se determinaron por el método de Dumas descrito por primera vez por Jean-Baptiste Dumas en 1826, que consiste en la conversión de los gases de combustión. Los resultados se expresaron como porcentaje de proteína.

Degradabilidad *in vitro* por producción de gas

Alimentación de los ovinos

Para la producción de gas *in vitro* se utilizó fluido ruminal de 2 ovinos de pelo, canulados y alimentados con una dieta que contenía 83% de heno y 17% de concentrado (NCR, 2007). El alimento se proporcionó diariamente a las 08:00 y 16:00 horas con acceso libre al agua. Se alimentó a los ovinos por 30 días antes de la extracción del fluido ruminal, como tiempo de adaptación a la ración.

Producción de gas in vitro.

La fermentación se midió a través de la producción de gases, principalmente de metano y bióxido de carbono, los cuales generan una cinética de digestión, midiendo la fermentación del alimento en lugar de su desaparición, técnica descrita por Van Soest (1994). Para lo cual se utilizaron unidades de fermentación (UF) de 120 mL para cada muestra. A las UF se le agregaron 700 ± 10 mg de materia seca (MS) de cada una de las muestras; además se adicionaron 90 mL de solución buffer (líquido ruminal artificial) y 10 mL de fluido ruminal obtenido de los ovinos. El líquido ruminal fue filtrado en gasas, manteniendo una temperatura de 39°C; se realizaron 4 repeticiones. Las UF se introdujeron a un baño de agua a 39°C y se inició el registro de la producción de gas. La presión de gas fue determinada en ml de gas por cada 200 mg de MS.

Determinación de ácidos grasos volátiles (AGV)

La determinación se realizó con el uso de un cromatógrafo de gases (CG) de la marca Agilent Technologies, serie 6890N; empleando una columna polar DB_WAXetr. Las condiciones de trabajo fueron: temperatura después de la inyección 250°C a una presión de 12.13 psi con un flujo de He 36.5 mL/min. Las condiciones para la columna fueron: temperatura inicial 50° C de cero a dos minutos, aumentando de 10°C en 10°C hasta llegar a 250°C, manteniendo esta temperatura constante por 5 minutos para luego descender a 50°C por dos minutos, con un flujo de He de 1.6 mL/min a una presión de 12.13 psi y una velocidad promedio de 25 cm/seg. Se Utilizó un detector de flama ionizante (FID), a una temperatura de 210°C, con un flujo de H₂ de 40 mL/min y un flujo de aire de 450 mL/min, método descrito por Ewaschuk *et al.* (2002).

Análisis estadísticos

El número de semillas por fruto y su peso se evaluó por comparación de medias a través de una prueba *t*-student, empleando el paquete estadístico PROC MIXED de SAS para evaluar las diferencias estadísticas ($p < 0.05$). La fuente de variación considerada fue el estado de madurez del fruto (verde, maduro y post maduro); mientras que en el análisis proximal las variables consideradas fueron: cenizas, extracto etéreo, proteína, fibra

cruda, FDN y FDA; considerando como fuentes de variación el germinado y la harina de semilla de guayaba.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de semillas contabilizadas en las guayabas en estado verde fue de 316, cantidad mayor que en el estado maduro (306 semillas) y en el estado post maduro (292 semillas); no se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.01$), lo que indica que el número de semillas en las guayabas no se ve afectado por el estado de maduración. Por lo contrario, el peso de las semillas (g) en el estado de maduración verde (5.1 g), fue mayor a lo observado en el estado post maduro (3.8 g), en este análisis se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.01$) (Tabla 1).

Estado de maduración	Cantidad de semillas (unidades)	Peso (g)
Verde	316.50 ^a (± 65.25)	5.1080 ^a (± 1.25)
Maduro	306.50 ^a (± 93.88)	4.7340 ^{ab} (± 1.01)
Post maduro	292.30 ^a (± 112.49)	3.8090 ^b (± 1.21)

Medias con letras distintas en la misma columna difieren estadísticamente ($p < 0.01$); valor entre paréntesis = desviación estándar.

Tabla 1. Valores medios de cantidades de semilla y peso de las guayabas en sus estados de maduración.

En relación con el análisis proximal, los resultados de la germinación de las semillas de guayaba fue de un 92%, en un periodo de cinco semanas; y las plántulas tuvieron una altura máxima 5.7 cm. Así el germinado de guayaba presentó mayor porcentaje de cenizas (1.5%) y proteína (30.4%), en comparación con la harina de semilla de guayaba ($p < 0.01$); mientras que el porcentaje de fibra cruda (46.9%) y FDN (22%) fue mayor en harina de semilla de guayaba, en comparación con el germinado de guayaba; encontrándose diferencias estadísticas ($p < 0.01$). El porcentaje de extracto etéreo fue mayor en la harina de semilla de guayaba, en comparación con el germinado de guayaba; sin embargo no se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.01$) (Tabla 2).

El valor de porcentaje de 40.5% de extracto etéreo en harina de semilla de guayaba superior al de germinado de guayaba, puede atribuirse a que el embrión requiere una mayor cantidad de reserva de nutrientes y energía, para que la germinación sea favorable; una vez germinada la semilla esta cantidad disminuye (Tabla 2).

	% Cenizas	% Extracto etéreo	% Proteína	% Fibra cruda	A partir de %FC	
					%FDN	%FDA
Germinado de guayaba	^a 1.517 (±0.1)	^a 17.30 (±2.2)	^a 30.496 (±0.73)	^a 20.189 (±0.85)	^a 8.724 (±0.28)	^b 7.41 (±0.28)
Harina de semilla de guayaba	^b 1.096 (±0.01)	^a 40.57 (±4.69)	^b 8.788 (±0.04)	^b 46.960 (±4.20)	^b 22.053 (±0.07)	0.00

FC: fibra cruda, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácida. Medias con letras distintas en la misma columna difieren estadísticamente ($p < 0.01$); valor entre paréntesis = desviación estándar.

Tabla 2. Resultado del análisis proximal de la semilla y germinado de guayaba.

El valor en el porcentaje de cenizas de harina de semilla de guayaba es inferior un 0.5%, respecto al valor de germinado de guayaba; las cenizas corresponden a materias minerales y salinas de la muestra, por lo que este porcentaje se encuentra dentro del rango reportado por Vasco *et al.* (2002).

El incremento de proteína considerablemente mayor en el germinado de guayaba indica su posible uso en la alimentación de rumiantes, lo que no ofrece la harina de semilla; tal y como lo reporta Vasco *et al.* (2002), en el análisis proximal que realizaron a la harina de semilla mezclada obtenida de la empresa Jugos de Valle.

En la harina de semilla, el porcentaje de fibra cruda fue casi dos veces el valor del porcentaje en el germinado de guayaba, esta disminución se atribuye a la eliminación de la testa que recubre el embrión una vez germinado y constituye el componente principal de la pared vegetal de la planta. Jiménez *et al.* (2001) indica que la harina de semilla de guayaba además de ser una buena fuente de fibra, es considerada como antioxidante, debido al contenido de polifenoles extraíbles, asociados a la matriz de los componentes de la fibra de esta fruta. La guayaba en comparación con otras frutas especialmente de cáscara, presenta mayores valores de porcentaje de fibra, debido a que este tejido está compuesto por sustancias pécticas, celulosas y hemicelulosas (Wills *et al.*, 1984). Las sustancias pécticas presentes en la guayaba representan la principal fuente de carbohidratos, los cuales son proveedores de energía para los rumiantes, como segunda fuente se consideran la hemicelulosa y la celulosa.

Los valores de porcentaje de FDN en harina de semilla fueron mayores al de germinado de guayaba. La FDN es fibra no digerible por monogástricos, pero es fácilmente digerible por los rumiantes. En los rumiantes actúa como estimulante de la rumia y como generador de saliva, permitiendo un mayor aprovechamiento de los nutrientes presentes en los alimentos. Mientras que la FDA presente solo en el germinado de guayaba (7.4%), corresponde a la fibra que no es digerible, es decir, en la alimentación de los rumiantes no aporta energía, ya que se considera como material insoluble constituido por celulosa y lignina, por lo que esta fibra actúa solo como satisfactor de alimento en los rumiantes.

En relación con la técnica de producción de gas, esta se ha utilizado para describir la cinética de fermentación (Menke, 1988) y el valor nutritivo de forrajes (Rymer *et al.*, 2005) principalmente de pajas, granos de cereales, arbustivas y residuos agro-industriales. Los valores nutritivos de la harina de semilla y germinado de guayaba (Tabla 2), fueron analizados con la técnica de digestibilidad *in vitro* (Van Soest, 1994).

La cinética de fermentación sugiere mayor digestibilidad para el germinado de guayaba (40 mL de gas), cuya producción es mayor a las 48 h con respecto a la harina de semilla (Figura I). Es importante mencionar que la cantidad de gas producida por gramo de materia seca o de materia orgánica desaparecida, puede ser calculada si las pérdidas de sustrato son cuantificadas, ya sea a diferentes intervalos de tiempo o al final de la fermentación.

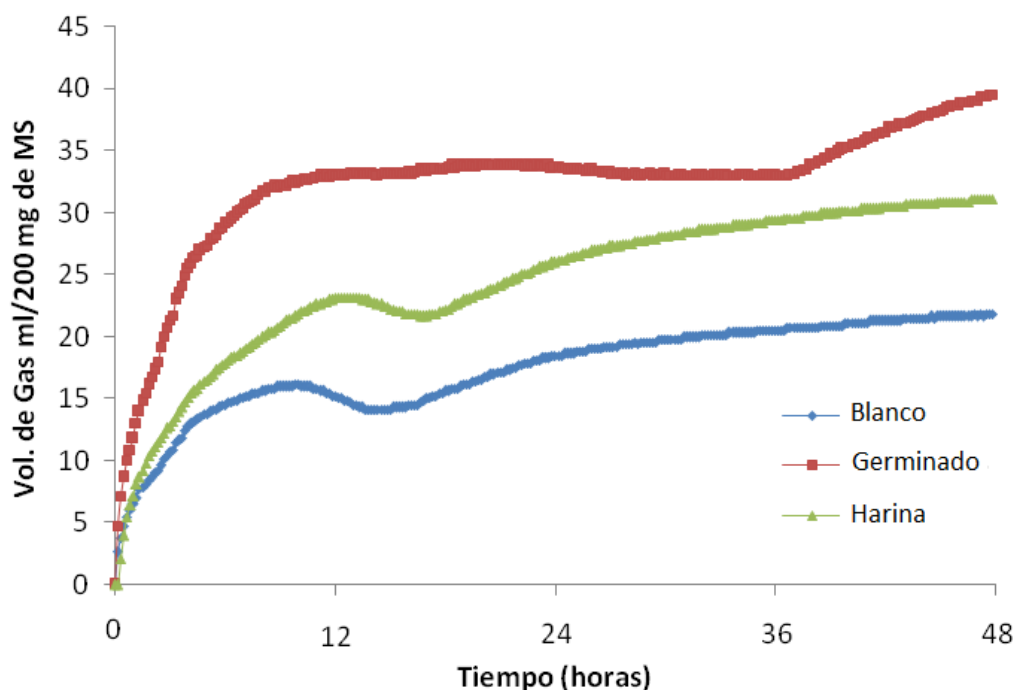


Figura I. Producción de gas *in vitro* a las 48 horas de incubación de harina de semilla y germinado de guayaba.

La concentración de AGV (ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico), el porcentaje de materia seca y el pH de harina y germinado de guayaba se muestran en la Tabla 3. El germinado de guayaba presentó la mayor concentración de ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico. Las concentraciones de ácido acético y butírico presentaron diferencias significativas ($p < 0.01$). Mientras que la harina de semilla presentó mayores valores en porcentaje de materia seca (diferencias significativas $p < 0.01$) y pH (en este caso las diferencias no fueron significativas, $p < 0.01$).

Con base en estos resultados se puede inferir que la harina de semilla de guayaba tiene menores propiedades de digestibilidad comparada con el germinado de guayaba.

	Ácido acético (mmol/L)	Ácido propiónico (mmol/L)	Ácido butírico (mmol/L)	% Materia seca	pH
Harina de semilla	^a 21.58 (±2.12)	^a 7.94(±0.14)	^a 44.90(±1.41)	^a 39.92(±1.34)	^a 7.2(±0.28)
Germinado de guayaba	^a 25.24(±0.34)	^a 11.26(±0.37)	^b 55.8(±1.13)	^b 35.39(±0.49)	^a 7.1(±0.21)

Medias con letras distintas en la misma columna difieren estadísticamente ($p < 0.01$); valor entre paréntesis = desviación estándar.

Tabla 3. Resultados obtenidos de la digestibilidad de harina de semilla y germinado de guayaba.

La cantidad de ácido acético (25.2 mmol/L) y de ácido propiónico (11.26 mmol/L) en germinado, fueron similares a los obtenidos en la harina de semilla con resultados de ácido acético (21.58 mmol/L) y ácido propiónico (7.94 mmol/L); indican que probablemente si se utilizara la harina de semilla (como fuente de FDN y extracto etéreo) y el germinado de guayaba (como fuente de proteína) como complemento uno de otro, o como complemento en un alimento, se podría formular un alimento “ideal” para los rumiantes y aumentar los AGV generados.

CONCLUSIÓN

La harina de semilla de guayaba resultó con mayor concentración de grasa y FDN, por lo que puede ser utilizada como complemento en la dieta de los rumiantes. Con respecto al germinado, se descubrió que es una importante fuente de proteína y se puede utilizar como alimento; es decir, tanto la harina como el germinado de guayaba tienen potencial para cubrir los requisitos de mantenimiento de los rumiantes.

LITERATURA CITADA

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official methods of analysis (16th ed.). Arlington, VA. USA: Association of Analytical Chemists. 1995.

BEHARKA AA, Nagaraja TG, Morrill JL, Kennedy GA, Klemm RD. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*. 1998. 81(7): 1946-1955. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75768-6.

BERNARDINO NA, Ortiz MA, Martínez AAL, Dávila OG. Guava seed protein isolate: Functional and nutritional characterization. *Journal of Food Biochemistry*. 2001. 25(1), 77-90. DOI: 10.1111/j.1745-4514.2001.tb00725.x

EWASCHUK JB, Zello GA, Naylor JM, Brocks RB. Metabolic acidosis: separation methods and biological relevance of organic acids and lactic acid enantiomers. *Journal of Chromatography B*. 2002. 781(1), 39–56. DOI: 10.1016/S1570-0232(02)00500-7

FRANCE J, Siddons RC, Dhanoa MS. Adaptation of compartmental schemes of interpreting isotope dilution data on volatile fatty acid metabolism in the rumen to the non-steady state and for single-dose injection. *Journal of Theoretical Biology*. 1991. 153(2): 247-254. DOI:10.1016/S0022-5193(05)80425-4.

GEORING HK, Van Soest PJ. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). ARS-USDA, Washington, DC Agric. Handbook. 1970. 379.

GUPTA GK, Chahal J, Arora D. *Psidium guajava* Linn.: Current research and future prospects. *Journal of Pharmacy Research*. 2011. 4(1): 42–46.

JIMÉNEZ EA, Rincón M, Pulido R, Saura CF. Guava fruit (*Psidium guajava* L) as a new source of antioxidant dietary fiber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2001. 49(11), 5489-5493. DOI: 10.1021/jf010147p

JOSEPH B, Priya RM. Phytochemical and biopharmaceutical aspects of *Psidium guajava* (L.) essential oil: a review. *Research Journal of Medicinal Plant*. 2011. 5(4): 432–442.

KAUFFMAN W. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. *Livestock Production science*. 1976. 3(2): 103-114.

MENKE KH, Steingass H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal research and development*. 1988. 28: 7-55.

MERTENS DR. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal of Animal Science*. 1987. 64(5): 1548-1558.

MEZA N, Bautista D. Morfología de semillas de guayabo (*Psidium guajava* L.), germinación y emergencia después del remojo en agua. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 2007. 24(01): 265-270.

NRC. Nutrient Requirements of Dary Cattle. 6th ed. National Academy Press. Washington, DC. 2007.

PEREIRA TS, Andrade AD. Germinação de *Psidium guajava* L. e *Passiflora edulis* Sims: efeito da temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. *Revista Brasileira de Sementes*. 1994. 16(1): 58-62.

PÉREZ AT, Nápoles L, Concepción O, Trujillo R. Multiplicación in vitro de brotes de guayaba (*Psidium guajava* L.) var. Enana roja cubana EEA 18-40 obtenidos a partir de semillas. Cultivos tropicales. 2002. 23(3): 57-61. <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193218120008.pdf>

DEL PILAR PIM, Fischer G, Corredor G. Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). Agronomía Colombiana. 2007. 25(1): 83-95

RISHIKA D, Sharma R. An update of pharmacological activity of *Psidium guajava* in the management of various disorders. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2012. 3(10): 3577–3584. DOI: 10.13040/IJPSR.0975-8232.3 (10).3577-84

RYMER C, Huntington JA, Williams BA, Givens DI. In vitro cumulative gas production techniques: History, methodological considerations and challenges. Animal Feed Science and Technology. 2005. 123: 9-30. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2005.04.055

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Atlas agroalimentario 2015, México. 2015. 84-85.

SANDA KA, Grema HA, Geidam YA, Bukar KYM. Pharmacological aspects of *Psidium guajava*: An update. International Journal of Pharmacology. 2011. 7:316–24. DOI: 10.3923/ijp.2011.316.324

SIAP (*Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*). Información digital. www.siap.gob.mx. México. 2012.

SUTTON JD. Digestion and end product formation in the rumen from production rations. In: Ruckebusch Y and Thivend P (Editors) Digestive physiology and metabolism in ruminants (ed. Y. Ruckebusch and P. Thivend). MTP Press, Lancaster. 1980. 271-290. DOI: 10.1007/978-94-011-8067-2_13

VASCO MNL, Guevara RI, Acero GMG, Toro VJF. Chemical composition of seeds and oil of guava (*Psidium guajava* L.). Scientiae Naturae. 2002. 4(2): 25-32.

WILLAN RL. Guía para la manipulación de semillas forestales, estudio con especial referencia a los trópicos. FAO Montes. 1991. 20(2): 502.

WILLS RH, Lee H, McGlasson B, Graham D. Fisiología y Manipulación de Frutas y Hortalizas Postrecolección. Editorial Acribia, Zaragoza. 1984. 192.

Artículo Original. Enero-Abril 2017; 7(1):36-43. Recibido: 09/01/2017 Aceptado: 09/03/2017.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.71.3>

Evaluación del efecto antibacterial del aceite de oliva ozonizado contra *Listeria monocytogenes*

Evaluation of the antibacterial effect of ozonized olive oil against *Listeria monocytogenes*

Godínez-Oviedo Angélica*¹ angelica_godinez@uahe.edu.mx, Zamora-Rodríguez Zullyt² efleitas@infomed.sld.cu, Martínez-Juárez Víctor¹ victormj@uaeh.edu.mx, Fleitas-González Eduardo³ efleitas@infomed.sld.cu, Hernández-Rosado Abigail adrianhg10@hotmail.com Peña-Jiménez Francisco**¹ fjpenj@hotmail.com

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Tulancingo de Bravo, Hidalgo. Mexico. ²Departamento de Farmacología, Unidad de Sustancias Ozonizadas y Productos Naturales, Centro Nacional de Investigaciones Científicas de Cuba. ³Clínico Privado. Director de la Clínica Veterinaria "Almiqui", La Habana, Cuba. *Autor responsable. **Autor de correspondencia: Peña-Jiménez Francisco. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Rancho Universitario. Av. Universidad Km. 1. Ex Hacienda Aquetzalpa, Apartado Postal No. 32, Tulancingo de Bravo, Hidalgo.

RESUMEN

Los aceites vegetales ozonizados debido a su capacidad antimicrobiana, son una nueva alternativa para ser empleados en humanos y animales contra microorganismos patógenos. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto antibacterial del aceite de oliva ozonizado contra *Listeria monocytogenes*. Tres diferentes aceites ozonizados fueron empleados: T1: aceite de oliva ozonizado y almacenado por seis meses a 4°C; T2: aceite de oliva ozonizado elaborado al momento del análisis y un aceite comercial (Oleozone®). Se determinó el índice de peróxido del aceite T2 y Oleozone®. La capacidad antibacterial se evaluó mediante la técnica de difusión en pozo empleando diferentes concentraciones del patógeno. Los índices de peróxidos se encontraron entre un rango de 400-490 mmol/kg y 500-800 mmol/kg para T2 y Oleozone®, respectivamente. Los aceites ozonizados mostraron efecto antimicrobiano, observando que a menor concentración del inóculo mayor efecto. El efecto antimicrobiano del aceite comercial tuvo una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) respecto a los otros aceites, teniendo un mayor efecto. Por otra parte, no se observaron diferencias entre los aceites T1 y T2, por lo cual el almacenamiento a estas condiciones no afecta el efecto antimicrobiano. Los aceites vegetales ozonizados tienen una alta capacidad antibacterial contra *L. monocytogenes*

Palabras clave: Aceite de oliva ozonizado, antimicrobiano, *Listeria monocytogenes*.

ABSTRACT

The vegetable ozonized oils are a new alternative to treat humans and animals against pathogens, due to their antimicrobial capacity. The aim of this study was to determine the antimicrobial effect of olive ozonized oil against *Listeria monocytogenes*. Three different ozonized oils were used: T1: olive ozonized oil stored for 6 months at 4°C, T2: olive ozonized oil produced in the moment of the test, and a commercial ozonized oil (Oleozone®). The peroxide index of the oils was determined using a volumetric method. Also, the antimicrobial activity was evaluated using a diffusion method with different concentrations of the inocula. The peroxide index was in a range of 400 to 490 mmol/kg and 500 to 800 mmol/kg for the T2 and Oleozone® oils, respectively. All the ozonized oils showed antimicrobial effect, finding that the higher activity was presented with a lower concentration of the inocula. The commercial oil has a significant difference ($p < 0.05$)

respect to the T1 and T2 oils, having a higher effect. On the other hand, the T1 and T2 treatments did not show significant differences between them, whence the storage at this conditions did not affect the antimicrobial effect.

Keywords: ozonized olive oil, antimicrobial, *Listeria monocytogenes*.

INTRODUCCIÓN

El ozono (O₃) es una molécula compuesta por tres átomos de oxígeno, la cual posee actividad antibacteriana, antiviral y antifúngica; dicha actividad ha sido altamente estudiada desde hace años. De la misma forma se ha evaluado la actividad antimicrobiana de productos que sufren un proceso de oxidación frente a este compuesto, como son el agua ozonizada y los aceites vegetales ozonizados.

Los aceites vegetales ozonizados, se obtienen después de la oxidación generada por el ozono a los ácidos grasos y otras sustancias presentes en los aceites vegetales (Martínez-Sánchez *et al.*, 2012). Durante la reacción de ozonización de los aceites vegetales se producen lipoperóxidos, hidroperóxidos, peróxidos, ozónidos, aldehídos y cetonas (Díaz *et al.*, 2005; Martínez-Sánchez *et al.*, 2012).

Los ácidos grasos poli-insaturados son los más susceptibles a la oxidación durante el proceso (Díaz *et al.*, 2005). El rendimiento de los productos de la ozonización depende de las condiciones de la reacción, como son: la temperatura, el generador de ozono, la concentración de ozono empleada y el tiempo de reacción (Almeida *et al.*, 2013). Los aceites de oliva, sésamo, maní, coco, teobroma, soja y jojoba, son algunas de las materias primas que se han empleado para la realización de estos productos (Meléndez *et al.*, 2008). De la misma forma, en el mercado ya existe diversos productos como es el caso del Oleozon® desarrollado en Cuba a base de aceite de girasol; el Coccozone® elaborado en Inglaterra con aceite de coco; el OOO® producto canadiense elaborado con aceite de oliva y el O2-ZAP® producto estadounidense a base de aceite de oliva (Skalska *et al.*, 2009).

La importancia de los aceites ozonizados radica en que los compuestos presentes en los mismos, pueden actuar como germicidas, agentes de restauración de tejido e inmunoestimulantes (Martínez-Sánchez *et al.*, 2012). Debido a las propiedades de los aceites vegetales ozonizados, estos pueden ser una nueva alternativa para combatir microorganismos patógenos y deterioradores; ya que hoy en día, debido al uso irracional y exagerado de los antibióticos, diversos microorganismos han generado multiresistencia a los mismos; por lo cual es necesario emplear nuevas alternativas, como son los agentes antimicrobianos de origen vegetal. Algunas de las ventajas de este producto son: menor costo respecto a otros antibióticos, no requieren estabilizantes, son de origen natural y que tienen un efecto similar o superior al de antibióticos presentes en el mercado (Sifontes *et al.*, 2015).

El efecto antimicrobiano de los aceites ozonizados se ha atribuido a los ozónidos, peróxidos, compuestos derivados del proceso como el formaldehído y al ozono libre, presente en los aceites (Menéndez *et al.*, 2008; Guinesi, 2011; Iorio *et al.*, 2015). Sin embargo, durante el almacenamiento los aceites ozonizados sufren reacciones de despolimerización, por lo cual esto puede modificar sus propiedades químicas, físicas y microbiológicas (Martínez-Sánchez *et al.*, 2012). Por lo anterior es necesaria la realización de estudios para establecer la vida útil de estos productos y sus propiedades contra microorganismos específicos, para poder definir su aplicación y uso como medicina alternativa para humanos y animales contra diversas patologías.

Por lo cual, el objetivo de este estudio fue evaluar el poder antibacteriano del aceite de oliva ozonizado contra *Listeria monocytogenes*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ozonización del aceite de oliva

Se empleó un aceite de oliva extra virgen comercial, el cuál de acuerdo a lo reportado en su etiqueta contiene 78.5 % de grasas monoinsaturados (omega 9), 7.1 % de grasas poli insaturados (Omega 3 y 6) y 14% de grasas saturadas; 100 ml del aceite de oliva. Se ozonizaron empleado un ozonizador de aceite de dos potencias (OzonoBio3, Modelo AO-5), burbujeándolo por una hora a una concentración de ozono de 50 mg/ml. El ozonizador estaba conectado a un generador de oxígeno (Respironics Everflo, Philips) generando un flujo de oxígeno de 2 L/min.

Para el estudio se emplearon dos aceites de oliva ozonizados, uno después de 6 meses de almacenamiento a 4°C (T1) y otro realizado al momento de realizar el experimento (T2); además se empleó un aceite de girasol ozonizado comercial (OLEOZON®)

Determinación del índice de peróxidos

El índice de peróxido se determinó empleado la técnica reportada por Farmacopeia Británica (British Pharmacopeia, 2000); se evaluó el índice de peróxido para los aceites de oliva ozonizado T2 y Oleozon®. Para su realización se colocaron 5g de la muestra en un matraz con 30 ml de una solución ácido acético-cloroformo 2:3. La muestra se agitó hasta disolverse totalmente y se le adicionó 0.5 ml de una solución saturada de yoduro de potasio y se dejó reposar por un minuto. Al finalizar el tiempo se le adicionaron 30 ml de agua destilada y procedió a titularse con tiosulfato de sodio 0.01N, hasta obtener una coloración ligeramente amarilla. Después de obtener dicha coloración, se le adicionó 0.5 ml de una solución indicadora de almidón, y se continuó titulado hasta la aparición de un color azul. Bajo las mismas condiciones se realizó la titulación de un blanco. El índice de peróxido se expresó en mini equivalentes de peróxido en un kg de aceite y se calculó empleando la siguiente fórmula.

$$I.P = \frac{(A - A_1) * N * 1000}{M}$$

I.P = Índice de Peróxido

A = Mililitros de solución de tiosulfato de sodio gastados en la titulación de la muestra. A₁= ml de solución de tiosulfato de sodio gastados en la titulación del blanco.

N = Normalidad de la solución de tiosulfato de sodio.

M = Masa de la muestra en gramos

Cepas utilizadas

La cepa bacteriana que se empleó fue *Listeria monocytogenes* (ATCC 19115).

Preparación del inoculo

La cepa de *L. monocytogenes* se activó transfiriendo 40µL del cultivo, mantenido en congelación a un tubo con 3 ml de caldo soya tripticaseina (CST, Dibico; México) y se incubó durante 24 h a 35°C. Posteriormente se estrió en agar soya tripticaseina (Dibico; México) con 0.6 % de extracto de levadura (Bioxon; México) (ASTEL) y se incubó a las mismas condiciones que el paso anterior. Después de las 24 h, se tomó una azada de la cepa estriada en la caja y se ajustó con solución salina isotónica (SSI), hasta obtener una turbidez equivalente al estándar 3 de McFarland (~ 9 X10⁸ UFC/ml).

Para las pruebas microbiológicas se empleó la suspensión de la bacteria sin diluir, la segunda dilución y la cuarta dilución. Las diluciones decimales fueron realizadas con SSI.

Determinación del efecto antibacteriano por el método de difusión en pozo

El efecto antibacteriano se determinó extendiendo en placas de ASTEL 100µL de las suspensiones bacterianas (~ 9 X10⁸ UFC/mL, 9 X10⁶ UFC/mL, 9 X10⁴ UFC/mL). Posteriormente se dejó secar la caja durante 15 min y se realizaron 4 pozos (8mm de diámetro) por caja; en cada pozo se colocaron 80µL (~70 mg) de los aceites ozonizados: 1) control negativo: aceite de oliva sin ozonizar; 2) T1: aceite de oliva ozonizado almacenado 6 meses a 4°C; 3) T2: aceite de oliva ozonizado al momento y 4) T3: Oleozon® (control positivo). Las cajas se incubaron 24h a 35°C. Transcurrido el tiempo de incubación se midieron los halos de inhibición. El experimento se realizó por cuadruplicado.

Se realizó una ANOVA para evaluar estadísticamente del efecto antimicrobiano, y la prueba Tukey para la comparación de medias; empleando el programa JMP 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El índice de peróxido de los aceites ozonizados, se encontró en un rango de 400-490 mmol/kg y 500-800 mmol/kg para el aceite de oliva ozonizado y para el Oleozon®, respectivamente.

El análisis ANOVA del efecto antimicrobiano, mostró que tanto la concentración del inoculo ($p < 0.0001$), como el tratamiento empleado ($p < 0.0001$), tuvo un efecto significativo; obteniendo que ha menor concentración del inoculo, se obtuvo mayores halos de inhibición; y que en todos los casos los aceites ozonizados de oliva, tuvieron una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) respecto al aceite de girasol ozonizado comercial (Oleozon®), siendo mayor el efecto de este último. La diferencia entre los aceites ozonizados de oliva y el de marca comercial, puede deberse tanto a la materia prima, como al índice de peróxido.

La composición de los ácidos grasos saturados e insaturados de los aceites vegetales, es diferente dependiendo su origen; por lo cual los lipoperóxidos que se generan durante la ozonización, también varían (Díaz *et al.*, 2001).

El aceite comercial está hecho a base de girasol, y los aceites T1 y T2 a base de aceite de oliva. De la misma forma se puede observar que el Oleozon® tiene mayor índice de peróxido, lo que puede influir en su actividad antimicrobiana. Díaz *et al.*, (2006) observaron el mismo comportamiento al probar aceite de girasol ozonizado con diferentes índices de peróxidos, contra *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* y *Escherichia coli*; encontrando que a mayor índice de peróxido, existía una mayor actividad antimicrobiana. Por lo cual sería necesario evaluar el aumento del índice de peróxido conforme al tiempo, y determinar el punto de saturación, con la finalidad de poder obtener un aceite ozonizado con mayor actividad antibacterial. Se ha observado que el incremento de 1 a 3 h de ozonización duplica el índice de peróxido (Fernández *et al.*, 2006).

En la Tabla 1 se observan los halos de inhibición (mm) de los diferentes aceites ozonizados a diferentes concentraciones bacterianas. Se observa que ambos aceites de oliva ozonizados no tuvieron diferencias estadísticamente significativas entre sí, lo que indica que el almacenamiento por 6 meses a 4°C no afecta la actividad antimicrobiana del aceite ozonizado. Similar a esto, se ha encontrado que el Oleozon® tiene una estabilidad de 6 meses a temperatura ambiente, y más de un año a temperatura de -10°C a 8°C; después de ese periodo disminuye la actividad antimicrobiana (Sechi *et al.*, 2001). Entre mayor es la temperatura de almacenamiento conforme pasa el tiempo, existe una disminución en el índice de peróxidos, y un aumento en el índice de acidez; pero a temperaturas de -20°C a 4°C no se observan cambios significativos en estos parámetros durante un año (Moureun *et al.*, 2015).

Tratamiento	Diámetro de inhibición (mm)		
	Inoculo: 9×10^7 UFC/mL	Inoculo: 9×10^5 UFC/mL	Inoculo: 9×10^3 UFC/mL
Aceite de oliva ozonizado (T1)	17.5 ± 1.3^b	26.4 ± 3^b	34 ± 0.8^b
Aceite de oliva ozonizado (T2)	18.3 ± 2.1^b	24 ± 1.6^b	32.25 ± 0.5^b
Oleozone®	30 ± 0.8^a	44.8 ± 3.2^a	50 ± 1.4^a

^{a, b} Cada valor representa el promedio de cuatro replicas \pm la desviación estándar. Las letras diferentes expresan diferencia significativa con la prueba Tukey α 0.05

Tabla 1. Efecto antibacterial de los aceites vegetales ozonizados contra *L. monocytogenes*

Los ozónidos son uno de los compuestos que se han relacionado con la actividad antimicrobiana de los aceites ozonizados, aunque no son los únicos responsables (Díaz *et al.*, 2001). Estos compuestos durante el almacenamiento y el aumento de la temperatura tienden a descomponerse y formar ácido nonanoico y ácido azelaico; dichos compuestos también tienen efecto antimicrobiano (Moureun *et al.*, 2015); esta puede ser la razón por la cual el efecto antimicrobiano no disminuye. Siendo importante analizar si los ozónidos o los ácidos tienen mayor efecto, con la finalidad de estandarizar la vida útil y óptima de los aceites ozonizados.

Se han realizado estudios similares contra otros microorganismos, en los cuales se han encontrado diámetros de inhibición superiores (Montvecchi *et al.*, 2013) e inferiores (Iorio *et al.*, 2015); sin embargo no es posible realizar comparaciones, debido a que los microorganismos empleados no son los mismos, a que en algunos estudios evalúan la cantidad de ozono libre y en otros el índice de peróxidos, y a la concentración y viabilidad del inculo.

En la Figura I se observan los halos de inhibición dependiendo de la concentración.

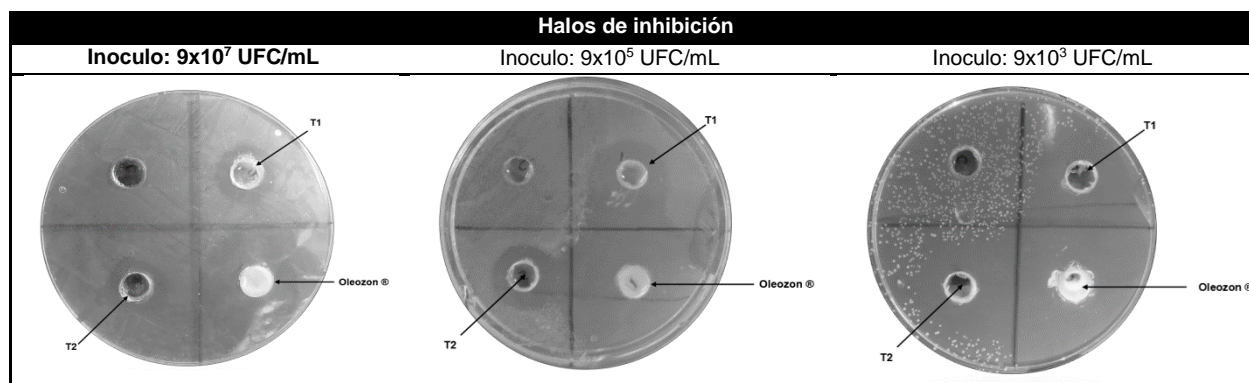


Figura I. Efecto antimicrobiano de los aceites ozonizados contra *Listeria monocytogenes*.

CONCLUSIÓN

El aceite de oliva ozonizado mostró un buen efecto antibacteriano contra *L. monocytogenes*, en todas las diferentes concentraciones de patógeno, a pesar de que a mayor concentración del inóculo se observaron menores halos de inhibición. De la misma forma se determinó que el almacenamiento por 6 meses a temperatura de 4°C del aceite de oliva ozonizado, no afectó su actividad antimicrobiana.

Es necesaria la realización de más estudios, con la finalidad de determinar la vida útil de estos aceites y en base a ellos poder emplearlos en diversas áreas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo agradecen a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y al Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior (PRODEP) por el apoyo facilitado para la realización de este trabajo

LITERATURA CITADA

ALMEIDA NR, Beatriz A, Micheletti AC, Arruda EJ. 2013. Ozonized vegetable oils and therapeutic properties: A review. *Orbital-The Electronic Journal of Chemistry*. 4(4):313-26. ISSN 1984-6428, DOI: 10.17807/orbital.v4i4.467

BRITISH Pharmacopoeia. 2000. Appendix XF, IA, IB. Peroxide value. <http://www.uspbpep.com/bp2008/data/899.asp>

DÍAZ M, Lezcano I, Molerio J, Hernández F. 2001. Spectroscopic characterization of ozonides with biological activity. *Ozone Science and Engineering*. 23(1):35-40. ISSN: 1547-6545. DOI: 10.1080/01919510108961986

DÍAZ MF, Gavín JA, Gómez M, Curtielles V, Hernández F. 2006. Study of ozonated sunflower oil using ¹H NMR and microbiological analysis. *Ozone: Science and Engineering*. 28(1):59-63. ISSN: 1547-6545. DOI: 10.1080/01919510500479239

DÍAZ MF, Gavín Sazatornil JA, Ledea O, Hernández F, Alaiz M, Garcés R. 2005. Spectroscopic characterization of ozonated sunflower oil. *Ozone: Science and Engineering*. 27(3):247-53. ISSN: 1547-6545. DOI: 10.1080/01919510590945822

FERNÁNDEZ TI, Curtiellas Piñol V, Sánchez Urrutia E, Gómez Regueiferos M. 2006. In vitro antimicrobial activity of ozonized theobroma oil against *Candida albicans*. *Ozone: Science and Engineering*. 28(3):187-90. ISSN: 1547-6545. DOI: 10.1080/01919510600689380

IORIO FB, Liberatore AM, Koh IH, Otani C, Camilo FF. 2016. Ozonated Mineral Oil: Preparation, Characterization and Evaluation of the Microbicidal Activity. *Ozone: Science and Engineering*. 38(4):253-60. ISSN: 1547-6545. DOI: 10.1080/01919512.2015.1128801

KIM HS, Noh SU, Han YW, Kim KM, Kang H, Kim HO, Park YM. 2009. Therapeutic effects of topical application of ozone on acute cutaneous wound healing. *Journal of Korean Medical Science*. 24(3):368-74. ISSN: 1011-8934 DOI: 10.3346/jkms.2009.24.3.368

MARTÍNEZ-SÁNCHEZ G, Re L, Davison GP, Delaporte RH. 2012. Las aplicaciones médicas de los aceites ozonizados: actualización. *Revista Española de Ozonoterapia*. 2(1):121-39. ISSN: 2174-3215

MONTEVECCHI M, Dorigo A, Cricca M, Checchi L. 2013. Comparison of the antibacterial activity of an ozonated oil with chlorhexidine digluconate and povidone-iodine. A disk diffusion test. *New Microbiologica*. 36: 289-302. ISSN: 1121-7138

MOUREU S, Violleau F, Ali Haimoud-Lekhal D, Calmon A. 2016. Influence of Storage Temperature on the Composition and the Antibacterial Activity of Ozonized Sunflower Oil. *Ozone: Science and Engineering*. 38(2):143-149. ISSN: 1547-6545. DOI: 10.1080/01919512.2015.1128319

RAJABI O, Sazgarnia A, Abbasi F, Layegh P. 2015. The activity of ozonated olive oil against *Leishmania major* promastigotes. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*. 18(9):915. ISSN: 2008-3874. DOI: 10.22038/IJBMS.2015.5215

SECHI LA, Lezcano I, Nunez N, Espim M, Duprè I, Pinna A, Molicotti P, Fadda G, Zanetti S. 2001. Antibacterial activity of ozonized sunflower oil (Oleozon). *Journal of Applied Microbiology*. 90(2):279-284. ISSN: 1365-2672. DOI: 10.1046/j.1365-2672.2001.01235.x

SIFONTES AB, Marcos R, Avila EE, Villalobos-Duno HL. 2015. Uso clínico de los aceites ozonizados y su amplio espectro de las aplicaciones. *Botica*. 35:1-5. ISSN: 2443-4388

SKALSKA K, Ledakowicz S, Perkowski J, Sencio B. 2009. Germicidal properties of ozonated sunflower oil. *Ozone: Science and Engineering*. 31(3):232-237. ISSN: 1547-6545. DOI: 10.1080/01919510902838669

TRAVAGLI V, Zanardi I, Bocci V. 2009. Topical applications of ozone and ozonated oils as anti-infective agents: an insight into the patent claims. *Recent Patents on Anti-infective Drug Discovery*. 4(2):130-142. ISSN: 2212-4071. DOI: 10.2174/157489109788490271

Artículo Original. Enero-Abril 2017; 7(1):44-47. Recibido: 15/01/2017 Aceptado: 07/03/2017.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.71.4>

Evaluación de parámetros productivos y rendimiento de la canal de conejos que consumieron infusión de epazote (*Chenopodium ambrosioides*).

Evaluation of productive parameters and carcass yield of rabbits, that consumed epazote (*Chenopodium ambrosioides*) infusion.

García-Vázquez Luisa ibt.garval@gmail.com, **Ayala-Martínez Maricela** ayalam@uaeh.edu.mx, **Zepeda-Bastida Armando** azepeda@uaeh.edu.mx, **Ojeda-Ramírez Deyanira** dojeda@uaeh.edu.mx, **Soto-Simental Sergio** sotos@uaeh.edu.mx

Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. *Autor responsable y de correspondencia: Soto-Simental Sergio, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Ave. Universidad s/n km 1. Tulancingo, Hidalgo. México.

RESUMEN

La cunicultura es una actividad que está creciendo a nivel mundial en los últimos tiempos, debido a su fácil manejo, la rapidez con la que se reproducen y la posibilidad de generar animales para su venta o autoconsumo. Uno de los principales problemas a los que se enfrenta esta actividad, es que no hay opciones farmacológicas para el tratamiento de enfermedades en dichos animales, por tal motivo, se han buscado estrategias alternativas para proteger y/o prevenir contra estas enfermedades, una de las opciones es el uso de plantas medicinales. Aquí evaluamos el efecto de la utilización de infusión de epazote en la engorda de conejos, sobre la producción animal y rendimiento de la canal. Los resultados encontrados mostraron que el uso de 10 g de epazote administrados como infusión en la engorda de conejos, aumentó los parámetros productivos y permitió que no hubiera mortalidad durante las 4 semanas de tratamiento, por lo que sería importante evaluar su efecto sobre la calidad de la carne y los productos cárnicos derivados de la misma.

Palabras clave: producción de conejo, rendimiento de la canal, *Chenopodium ambrosioides*

ABSTRACT

Rabbit breeding is an activity that is growing worldwide in recent times, due to its easy handling, the speed with which they reproduce and the possibility of generating animals for sale or self-consumption. One of the main problems facing this activity is that there are no pharmacological options for the treatment of diseases in these animals, for that reason, alternative strategies have been sought to protect and/or prevent against these diseases, one of the options is the use of medicinal plants. Here we evaluate the effect of epazote infusion on rabbit fattening, animal production, and carcass yield. The results showed that the use of 10 g of epazote administered as an infusion in rabbit fattening increased the productive parameters and allowed no mortality during the 4 weeks of treatment, so it would be important to evaluate its effect on the quality of meat and meat products derived from it.

Keywords: Rabbit production, carcass yield, *Chenopodium ambrosioides*.

INTRODUCCIÓN

La cunicultura es una actividad favorable para pequeños y medianos productores en todo el mundo, debido a su fácil manejo, la rapidez con la que se reproducen y la posibilidad de generar animales para autoconsumo o venta al público, para la obtención de ingresos económicos durante todo el año; aunado a lo anterior, la FAO (2015) menciona que su carne es muy nutritiva, tiene alto contenido en proteínas, poca grasa, es hipoalergénica y de alta digestibilidad (Para, 2015). Pese a estas ventajas, en México el progreso de la cunicultura se ha visto limitado, sobre todo por falta de apoyo gubernamental, carencia de políticas sanitarias que eviten las epizootias, poco interés en las instituciones de enseñanza e investigación, ausencia de animales genéticamente mejorados, poca difusión de los beneficios del consumo de esta carne y la poca organización que existe entre los productores (Olivares *et al.*, 2015); por tal motivo, es necesario desarrollar investigaciones que fortalezcan el manejo productivo y sanitario de esta especie, su alimentación; así como implementar estrategias para mejorar el rendimiento económico. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la utilización de infusión de epazote en la engorda de conejos, sobre la producción animal y rendimiento de la canal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 18 conejos de 35 d de edad, con un peso vivo de 0.670 kg promedio, asignados completamente al azar en tres tratamientos: T1 0 g L⁻¹, T2 5 g L⁻¹ y T3 10 g L⁻¹ de epazote en infusión; los animales consumieron además alimento comercial a libre acceso. El consumo de alimento y agua fueron medidos diariamente, los animales fueron pesados una vez por semana. Después de 28 d de engorda los animales fueron transportados al Taller de Cárnicos del Instituto de Ciencias Agropecuarias, donde fueron sacrificados de acuerdo a la NOM-033-SAG/ZOO 2015, la canal fue diseccionada de acuerdo a las recomendaciones de Blasco y Ouhayoun (1996), para lo cual se pesó la canal caliente.

Para el análisis estadístico se empleó un diseño completamente al azar, cuando se encontraron diferencias se utilizó una prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros productivos de conejos que consumieron infusión de epazote no fueron diferentes al tratamiento control, respecto al peso final, ganancia total de peso, ganancia diaria de peso global y conversión alimenticia (Cuadro 1); Musa *et al.*, (2009) observaron que al adicionar enzimas y probióticos, una mejora en la ganancia de peso y la conversión alimenticia; por otra parte, Sharma *et al.*, (2016), mencionaron que al incluir en la engorda de conejos probióticos se mejoró los parámetros productivos.

Respecto al consumo de alimento, los resultados encontrados mostraron que dicho consumo fue diferente en cada semana para cada concentración, pero en la semana 4, al incluir 10 g de epazote como infusión el consumo fue mayor ($P < 0.05$) (Cuadro 2); en cambio el consumo de infusión fue similar en la semana 3 y 4 para cada concentración, pero significativamente diferente a las semanas 1 y 2 ($P < 0.05$). Con respecto a la concentración de epazote en infusión, no se encontraron diferencias significativas entre cada tratamiento (Cuadro 3).

Parámetros productivos	Epazote g L ⁻¹		
	0	5	10
Peso inicial (Kg)	0.66 ± 0.06	0.682 ± 0.06	0.659 ± 0.06
Peso final (Kg)	1.94 ± 0.07	1.879 ± 0.07	1.904 ± 0.07
Peso total ganado (Kg)	1.28 ± 0.04	1.198 ± 0.04	1.245 ± 0.04
Ganancia diaria de peso (g)	46 ± 0.001	43 ± 0.001	0.044 ± 0.001
Conversión alimenticia	2.66 ± 0.08	2.71 ± 0.08	2.84 ± 0.08

Cuadro 1. Parámetros productivos de conejos en engorda que consumieron infusión de epazote.

Concentración de epazote en la infusión (g L d ⁻¹)	SEMANA 1 ^D	SEMANA 2 ^C	SEMANA 3 ^B		SEMANA 4 ^A
			g		
0	101 + 0.3 ^a	112 + 0.3 ^a	130 + 0.3 ^a	140 + 0.3 ^{ab}	
5	100 + 0.3 ^a	107 + 0.3 ^a	122 + 0.3 ^a	136 + 0.3 ^b	
10	101 + 0.3 ^a	120 + 0.3 ^a	137 + 0.3 ^a	147 + 0.3 ^a	

a,b ó A,B,C,D= Literales diferentes indican diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

Cuadro 2. Consumo de alimento durante la engorda de conejos que consumieron infusión de epazote.

El rendimiento de la canal no fue diferente entre tratamientos al incluir infusión de epazote, obteniendo un promedio de $53.67\% \pm 2.04$, lo cual coincide con Acosta (2016) con el uso de bloques nutricionales en la engorda de conejos; lo cual difiere con Sharma *et al.*, (2016), quienes indican que el porcentaje de rendimiento de la canal de conejos se ve afectada por el uso de probióticos.

Concentración de epazote en la infusión (g L d ⁻¹)	SEMANA 1 ^D	SEMANA 2 ^C	SEMANA 3 ^{AB}		SEMANA 4 ^A
			mL		
0	146 + 0.1 ^a	184 + 0.1 ^a	214 + 0.3 ^a	234 + 0.3 ^a	
5	146 + 0.3 ^a	205 + 0.3 ^a	241 + 0.3 ^a	263 + 0.3 ^a	
10	150 + 0.3 ^a	200 + 0.3 ^a	230 + 0.3 ^a	252 + 0.3 ^a	

a ó A,B,C,D= Literales diferentes indican diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

Cuadro 3. Consumo de infusión de epazote durante la engorda de conejos.

CONCLUSIÓN

La utilización de infusión de epazote en la engorda de conejo no afecta los parámetros productivos, ni el rendimiento de la canal, lo que sugiere una alternativa para suplementar la dieta de conejos, por sus beneficios medicinales; debido a que no hubo mortalidad en estos animales sin utilizar antibióticos.

IMPLICACIONES

Debido a que la inclusión de infusión de epazote en la engorda de los conejos no afectó los parámetros productivos y el rendimiento en canal, al ser una planta medicinal; sería importante evaluar su efecto sobre la calidad de la carne y los productos cárnicos derivados de la misma.

LITERATURA CITADA

ACOSTA CI. 2016. Evaluación de parámetros productivos y calidad de la canal en conejos de engorda alimentados con bloques nutricionales. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Tulancingo, Estado de Hidalgo. pp 58.

BLASCO A y Ouhayoun J. 1996. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. *World Rabbit Science*, 4:93–99.

FAO. 2015. Faostat. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QL/S>. Fecha de consulta: Octubre 2016.

MUSA HH, Wu SL, Zhu CH, Seri HI y Zhu GQ. 2009. The Potential Benefits of Probiotics in Animal Production and Health. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(2): 313-321.

OLIVARES PR, Gómez CMÁ., Schewentesius RR y Carrera CB. 2009. Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. *Región y Sociedad*. Septiembre-Diciembre, XXI (46), pp. 191-207.

PARA PA, Ganguly S, Wakchaure R, Sharma R, Mahajan T, y Praveen PK. 2015. Rabbit meat has the potential of being a possible alternative to other meats as a protein source: A brief review. *Int J Phar Biomed Res*. 2: 17-19.

SHARMA KG, Vidyarthi VK, Archana K, Zuyie R. 2016. Probiotic supplementation in the diet of rabbits. A review. *Livestock Research International*. 4:1-10.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por SEP-PROMEP con número de asignación DSA/103.5/16/10281.

Artículo Original. Enero-Abril 2017; 7(1):48-52. Recibido: 15/01/2017 Aceptado: 07/03/2017.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.71.5>

Efecto del consumo de vinagre y una bebida fermentada sobre la calidad de la canal y carne de conejos

Effect of the consumption of vinegar and a fermented drink on the quality of the carcass and rabbit meat

Coreno-Hernández Orlando orland_val23@hotmail.com, **García-Valencia Saraí** saraigarciaval_95@yahoo.com, **Ayala-Martínez Maricela** ayalam@uaeh.edu.mx, **Soto-Simental Sergio** sotos@uaeh.edu.mx, **Ojeda-Ramírez Deyanira** dojeda@uaeh.edu.mx, **Zepeda-Bastida Armando*** azepeda@uaeh.edu.mx

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

*Autor responsable y de correspondencia: Zepeda-Bastida Armando Ave. Universidad s/n km 1. Tulancingo, Hidalgo. México.

RESUMEN

La cunicultura es una actividad que está creciendo a nivel mundial en los últimos tiempos, debido a su fácil manejo, la rapidez con la que se reproducen y la posibilidad de generar animales para su venta o autoconsumo. El mantener un sistema digestivo del conejo bajo condiciones apropiadas de pH, hace que el alimento consumido se pueda digerir mejor y los nutrientes estén disponibles para su absorción, además de que el pH puede ser un factor desencadenante que propicie el crecimiento de microorganismos que puedan afectar la salud del conejo. Aquí evaluamos la calidad de la canal y de la carne de conejo, en animales tratados con vinagre y agua fermentada en agua de bebida, con la finalidad de mejorar el funcionamiento del sistema digestivo, para obtener mejores características de la calidad de la canal y de la carne. Los resultados encontrados mostraron que no existen diferencias significativas si se utiliza vinagre o agua fermentada en la calidad de carne y de la canal en conejos, sólo se observó diferencia significativa en el color, en el valor de **L** ($P < 0.01$) en el tratamiento que consumió vinagre; por lo que sería importante utilizar una bebida fermentada con una bacteria ácido-láctica aislada del propio sistema digestivo del conejo y observar su acción sobre la calidad de carne y de la canal.

Palabras clave: Calidad de la carne, producción de conejo, bebida fermentada.

ABSTRACT

Rabbit breeding is an activity that is growing worldwide in recent times, due to its easy handling, the speed with which they reproduce and the possibility of generating animals for sale or self-consumption. Keeping rabbit's digestive system under appropriate pH conditions means that the food consumed can be better digested and nutrients are available for absorption, and pH can be a triggering factor that encourages the growth of microorganisms that may affect rabbits' health. Here we evaluated the quality of the carcass and rabbit meat in animals treated with vinegar and fermented water in consumption water, in order to improve the functioning of the digestive system, to obtain better quality characteristics of the carcass and the meat. The results showed that there are no significant differences when using vinegar or fermented water in the meat quality and the carcass in rabbits, only a significant difference in color was observed in the value of **L** ($P < 0.01$) in the treatment which consumed vinegar; so it would be important to use a fermented drink with an acid-lactic bacterium isolated from the rabbit's own digestive system and observe its action on the quality of meat and the carcass.

Keywords: Meat quality, rabbit production, fermented beverage.

INTRODUCCIÓN

La producción de conejo en México está localizada principalmente en los estados del centro del país, como Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Estado de México y Guanajuato. Aún y cuando la composición nutricional de la carne de conejo es buena, el consumo per cápita en México es bajo, de acuerdo con Armada (2016) puede variar de 38 a 134 g entre 2008 y 2009. Este bajo consumo puede ser derivado del bajo interés que muestran las instituciones públicas para fomentar la producción de conejos; además de la poca difusión que se hace sobre el consumo de esta carne (Olivares *et al.*, 2015); a pesar de ser considerada una carne que tiene diversas ventajas con relación a otros tipos de carne, principalmente desde el punto de vista nutricional; ya que se ha observado que tiene un balance adecuado de ácidos grasos, proteína, vitaminas y minerales, bajo en colesterol y sodio, para el consumo humano (Para, 2015).

El mantener un sistema digestivo del conejo bajo condiciones apropiadas de pH dependiendo de la región del mismo, hace que el alimento consumido se pueda digerir mejor y los nutrientes estén disponibles para su absorción (Carabaño y Piquer, 1998); además de que el pH puede ser un factor desencadenante que propicie el crecimiento de microorganismos que puedan afectar la salud del conejo. El tener una fuente apropiada de nutrientes y un sistema digestivo sano, permite que el conejo sea más productivo en términos de ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia; lo cual puede conllevar a tener una mejor calidad de la canal y de la carne (Xiccató, 1999). Por tal motivo es necesario desarrollar investigaciones que fortalezcan el manejo productivo, nutricional y de calidad de la carne de esta especie, aunado a ello implementar estrategias que permitan mejorar el rendimiento económico para los productores de conejo.

El objetivo del presente estudio fue el de evaluar la calidad de la canal y de la carne de conejo, en animales tratados con vinagre y agua fermentada en agua de bebida; con la finalidad de mejorar el funcionamiento del sistema digestivo, para obtener mejores características de la calidad de la canal y de la carne.

Se utilizaron seis conejos de la cruce Chinchilla x Nueva Zelanda x California, destetados a los 35 d de edad, los cuales fueron distribuidos en dos tratamientos; T1 consumió 20 ml de vinagre comercial (5% de ácido acético) en 1 L de agua (pH 4.6) y T2 consumió 80 ml de leche fermentada comercial, también en 1 L de agua (pH 6.4). Los conejos fueron alimentados *ad libitum* con alimento comercial durante el periodo de engorda (30 d). El consumo de alimento y agua fueron medidos diariamente, los animales fueron pesados una vez por semana.

Después de la engorda los animales fueron transportados al Taller de Cárnicos del Instituto de Ciencias Agropecuarias, donde fueron sacrificados de acuerdo a la NOM-

033-SAG/ZOO 2015, la canal fue refrigerada en una cámara a 4°C por 24 h, para posteriormente ser diseccionada de acuerdo a las recomendaciones de Blasco y Ouhayoun (1996); para lo cual se pesó: la canal caliente, piel, patas, vísceras, canal fría, cabeza, parte anterior, media y posterior, además de piernas.

En lo que se refiere a la calidad de la carne, se midió en el lomo, pH (Oakton), color (Microoptix S560, I-Lab); y un análisis de perfil de textura en carne cocinada (Brookfield CT3). Para el análisis estadístico se empleó un diseño completamente al azar con dos tratamientos, y cuando se encontraron diferencias se utilizó una prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de vinagre o de bebida fermentada en el agua de bebida de los conejos, no presenta un efecto sobre los parámetros productivos durante la engorda (Cuadro 1); sin embargo se puede observar una tendencia a mejorar los parámetros productivos en el tratamiento con bebida fermentada, como es el caso de la ganancia de peso total. Musa *et al.*, (2009) observaron que al adicionar enzimas y probióticos, se mejora la ganancia de peso y la conversión alimenticia. Así como Sharma *et al.*, (2016), quienes indican que al incluir en la engorda de conejos probióticos se mejoran los parámetros productivos.

Parámetros productivos	Tratamiento	
	Vinagre 20 mL L ⁻¹	Bebida fermentada 80 mL L ⁻¹
PV inicial (g)	520.10	487.03
PV final (g)	1950.00	2103.3
Ganancia total (g)	1429.90	1616.3
GDP total (g/d)	34.88	39.420
Rendimiento de la canal caliente (%)	56.101	55.357
Vísceras (%)	21.51	21.8015
Piel (%)	13.2825	14.9086
Patas (%)	3.4951	2.9456

GDP=Ganancia diaria de peso

PV= Peso vivo

Cuadro 1. Parámetros productivos durante la engorda de conejos que se les ofreció vinagre y una bebida fermentada en el agua.

En el Cuadro 2 se muestran los datos de la evaluación de la canal de conejos alimentados con vinagre y una bebida fermentada; los resultados encontrados mostraron que no existen diferencias significativas en la calidad de la canal; sin embargo los conejos tratados con bebida fermentada, mostraron pesos mayores; lo cual podría ser debido a que la bebida fermentada contribuye en el balance de la flora microbiana del sistema digestivo del conejo y hace que éste sea más eficiente en la digestión de los alimentos,

para mejorar la absorción de nutrientes; lo cual se traduce en mejor calidad de la canal; tal y como mencionan Sharma *et al.*, (2016), quienes indican que el porcentaje de rendimiento de la canal de conejos se ve afectada por el uso de probióticos.

Parámetros	Tratamiento	
	Vinagre 20 mL L ⁻¹	Bebida fermentada 80 mL L ⁻¹
Peso de la canal fría (g)	1078	1133
Peso de la cabeza (g)	133	118
Peso parte anterior (g)	296	284
Peso parte media (g)	77	93
Peso parte posterior (g)	210	233
Peso de las piernas (g)	346	364
Peso de los riñones (g)	35	34

Cuadro 2. Calidad de la canal de conejos que se les ofreció vinagre y una bebida fermentada en el agua.

Como parte de la evaluación de la calidad de la carne, en lo que se refiere al color, el valor de **L** fue significativamente mayor ($P < 0.01$) en el tratamiento que consumió vinagre (Cuadro 3). Los demás parámetros no mostraron diferencias significativas; sin embargo la carne de conejos alimentados con la bebida fermentada tiene un valor de dureza menor.

Existe poca información sobre el efecto que tiene, tanto el ácido acético como probióticos, sobre la calidad de la carne, principalmente en el color de la carne y la textura.

Parámetros	Tratamiento	
	Vinagre 20 mL L ⁻¹	Bebida fermentada 80 mL L ⁻¹
pH	6.14	6.18
Dureza (gf)	1638.80	1396.50
Adhesividad	0.07	0.04
Resiliencia	0.21	0.22
Cohesividad	0.53	0.58
Elasticidad	2.74	2.798
L*	50.72 ^a	48.316 ^b
a*	0.73	0.617
b*	-5.28	-5.711

^{a,b}= Literales diferentes en filas, indican diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.01$).

Cuadro 3. Calidad de la carne de conejos que se les ofreció vinagre y una bebida fermentada en el agua.

CONCLUSIÓN

Los resultados encontrados mostraron que el uso de vinagre y/o bebida fermentada, como agua de bebida en la producción de conejos, fue similar en los parámetros productivos, calidad de la canal y de la carne; excepto para el parámetro de color (L), el cual fue mayor en los animales que consumieron vinagre.

IMPLICACIONES

La inclusión de una bebida fermentada en el agua de bebida de los conejos, puede ser benéfica para mejorar la calidad de la canal y de la carne; sin embargo sería importante utilizar una bebida fermentada con una bacteria ácido-láctica aislada del propio sistema digestivo del conejo.

LITERATURA CITADA

ARMADA ER. 2016. La explotación cunícola en México, una revisión a través del VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. <http://www.ancum.com.mx/web/pdfs/Organizacion%20de%20productores/LA%20EXPLORACION%20CUNICOLA%20EN%20MEXICO.pdf>.

BLASCO A, Ouhayoun J. 1996. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. *World Rabbit Science*, 4:93–99.

CARABAÑO K, Piquer J. 1998. The digestive system of the rabbit. In: The nutrition of the rabbit. Ed. C. de Blas and J. Wiseman. CABI Publishing. London, UK.

MUSA HH, Wu SL, Zhu CH, Seri HI y Zhu GQ. 2009. The Potential Benefits of Probiotics in Animal Production and Health. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(2): 313-321.

OLIVARES PR, Gómez CMÁ., Schewentesius RR y Carrera CB. 2009. Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. *Región y Sociedad*. Septiembre-Diciembre, XXI (46), pp. 191-207.

PARA PA, Ganguly S, Wakchaure R, Sharma R, Mahajan T, y Praveen PK. 2015. Rabbit meat has the potential of being a possible alternative to other meats as a protein source: A brief review. *Int J Phar Biomed Res*. 2: 17-19.

SHARMA KG, Vidyarthi VK, Archana K, Zuyie R. 2016. Probiotic supplementation in the diet of rabbits – A review. *Livestock Research International*. 4:1-10.

XICCATO G. 1999. Feeding and meat quality in rabbits: a review. *World Rabbit Science*. 7:75-86.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por SEP-PROMEP con número de asignación DSA/103.5/16/10281.

Revisión de literatura. Enero-Abril 2017; 7(1):53-67. Recibido: 15/01/2016 Aceptado: 08/03/2017.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.71.6>

Diagnóstico y tratamiento de la diabetes mellitus en perros

Diagnosis and treatment of mellitus diabetes in dogs

Álvarez-Linares Betsy*¹ betmal4@hotmail.com, Ávila-Ramos Fidel¹ fidel.avila@ugto.mx,
López-Briones Sergio**² lobris@yahoo.com

¹Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. México. ²Departamento de Medicina y Nutrición, División de Ciencias de la Salud, Campus León, Universidad de Guanajuato, México. *Autor responsable. **Autor de correspondencia: Departamento de Medicina y Nutrición, División de Ciencias de la Salud, Campus León, Universidad de Guanajuato, Blvd. Puente Milenio #1001, Fracción del Predio San Carlos, León, Gto., México. CP 37670, México.

RESUMEN

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad metabólica que frecuentemente se presenta en perros, que se caracteriza por niveles elevados de glucosa plasmática. En la actualidad, no existe ninguna clasificación de los distintos tipos de este padecimiento en perros. En humanos, puede clasificarse como: DM tipo I, tipo II y diabetes asociada a la gestación. En perros se utiliza la misma clasificación pero hay cuadros clínicos asociados al diestro y a la pancreatitis. En los perros se presenta el 50% de DM tipo I y el resto se agrupa entre la DM tipo II y los otros. Los principales signos clínicos que presentan los perros diabéticos son: poliuria, polidipsia, pérdida de peso, polifagia; menos frecuentemente es la hepatomegalia y las cataratas. Para realizar su diagnóstico se usan tres pruebas de laboratorio: hemograma, perfil bioquímico y uroanálisis. Al encontrar resultados positivos de hiperglucemia y glucosuria, el paciente será diagnosticado con DM. Entonces el médico veterinario le brindará al paciente un tratamiento adecuado basado en suministro de insulina, dieta balanceada y ejercicio constante. Por tal motivo, el objetivo de esta revisión bibliográfica es proporcionar información actualizada acerca de la DM, para estudiantes de medicina veterinaria y médicos veterinarios.

Palabras clave: Perro, diabetes mellitus, insulina, glucosa.

ABSTRACT

Diabetes mellitus (DM) is a metabolic disease that often occurs in dogs. This is characterized by hyperglycemia in plasma. To date, it has not been developed a classification of different types of this disease in dogs, such as in humans. In humans, it can be classified as type I and type II DM, as well as gestational DM. In dogs, the same classification is used, but usually, there are some clinical symptoms of DM associated with diestrus and pancreatitis. 50% DM type I is diagnosed in dogs and less frequent type II DM and other. The main clinical signs in dogs are polyuria, polydipsia, weight loss, polyphagia and less common hepatomegaly and cataracts. For Laboratory diagnosis three tests are usually applied: blood count, biochemical profile and urinalysis. When positive results of hyperglycemia and glycosuria are found, the patient will be diagnosed with DM and veterinarian will provide an adequate treatment based on insulin therapy, balanced diet, and regular exercise. Therefore, the aim of this review is to provide basic and update information about DM for public, veterinary students, and veterinarians.

Key words: Dog, diabetes mellitus, Insulin, Glucose.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la diabetes es una enfermedad que no solo afecta a los humanos, sino que también está presente en las mascotas; con sintomatología clínica similar al

compararla con las personas. La DM se ha definido como una enfermedad caracterizada por una deficiencia absoluta o relativa de insulina. Esta enfermedad es común en perros y en gatos; su tratamiento es a base de insulina a lo largo de su vida (Nelson y Reusch, 2014). La DM se caracteriza por hiperglucemia, provocada por defectos en la secreción de la insulina o una resistencia a la acción de ella para utilizar la glucosa en tejidos blancos o la combinación de ambas causas.

La Asociación Americana de Diabetes ADA (2013) propuso una clasificación de la DM en cuatro grupos:

1. La diabetes mellitus tipo 1, asociada a una destrucción total de las células β , llevando a una deficiencia absoluta de insulina; se representa de 5 a 10% de las DM y es considerada de origen autoinmune.
2. La diabetes mellitus tipo 2, generada por un defecto progresivo en la secreción de insulina; aumenta la resistencia a la acción de ésta en órganos y tejidos blancos; es la más común y se representa entre un 90 a un 95% de las DM.
3. La diabetes mellitus gestacional, se diagnostica durante el segundo o tercer trimestre del embarazo.
4. Diabetes producida por otras causas como: defectos genéticos, enfermedades pancreáticas, endocrinopatías, inducida por fármacos, etc.

La DM afecta a perros a partir de los 5 años y se presenta en animales hasta los 12 años; incrementa el riesgo con el envejecimiento, debido a la disminución del ejercicio y aumento de peso (Catchpole *et al.*, 2005); lo que probablemente favorezca el desequilibrio entre los niveles de glucosa e insulina. Es importante conocer el peso del animal, pues un perro con sobrepeso u obesidad es más propenso a contraer diabetes. No obstante, la obesidad no es condicionante para desarrollar esta enfermedad en perros, como sí lo es en humanos y en los gatos (Verkest *et al.*, 2012); sin embargo, en los últimos años ha incrementado en la prevalencia de DM en los perros (Guptill, Glickman *et al.*, 2003; Catchpole *et al.*, 2005).

Los signos clínicos de la DM en los perros son similares a los que se presentan en los humanos; poliuria, polidipsia, polifagia y pérdida repentina de peso corporal, aunque estos signos no son específicos de la DM; por lo general los síntomas clínicos antes mencionados se desarrollan hasta que los niveles de glucosa en la sangre alcanzan los niveles de 180-220 mg/dl; adicionalmente provoca glucosuria y hemoglobina glucosilada, arriba de 6.5 (ADA, 2013). En perros se ha reportado la resistencia a la insulina inducida por obesidad; sin embargo, la progresión a DM tipo 2 puede no ocurrir. Esto sugiere que a diferencia de la DM en humanos, los mecanismos para el desarrollo de la DM asociada a la obesidad no ocurre en los perros (Verkest *et al.*, 2012).

En la actualidad, no han sido establecidos criterios para designar un estado de prediabetes, por lo que métodos de diagnóstico utilizados en humanos siguen siendo de gran ayuda para establecer un diagnóstico de DM en perros.

Por lo tanto, la presente revisión de literatura tiene como objetivo resumir y actualizar el conocimiento acerca de los signos clínicos y el diagnóstico de la DM en perros. Con esta información los lectores podrán conocer las manifestaciones clínicas asociadas a la DM, y los especialistas en salud animal podrán proponer un tratamiento que ayudará a controlar la enfermedad y evitar su avance; proporcionando una mejor calidad de vida al paciente.

Patogenia de la diabetes mellitus

Normalmente la glucosa es metabolizada por las células para producir energía en forma de adenosín trifosfato (ATP). La glucosa es obtenida a partir de los alimentos que se ingieren en la dieta, para posteriormente ser distribuida a través de la sangre a todas las células que conforman los órganos y los tejidos. En los mecanismos de regulación del metabolismo de la glucosa, participan dos hormonas secretadas por el páncreas: la insulina y el glucagón.

La principal función de la insulina es disminuir el nivel de glucosa en el plasma sanguíneo, a través de la activación de los receptores transportadores de glucosa, los que incorporan glucosa al citoplasma para ser degradada y obtener energía; este mecanismo es activado en estadio postprandial. Por otro lado, la función principal del glucagón es la de estimular la degradación del glucógeno almacenado para obtener glucosa; cuando se presentan bajos niveles en plasma, como sucede en el ayuno prolongado (Figura I).

La DM se encuentra clasificada dentro de las enfermedades metabólicas, cuya característica principal es la hiperglucemia en plasma, causada por defectos en la secreción o acción de la insulina; por tal modo la hiperglucemia es consecuencia de que el organismo no puede regular la cantidad de glucosa en la sangre, debido a que el páncreas no produce insulina suficiente o las células de tejidos y órganos blanco; y no responden de manera normal a esta hormona (Gilor *et al.*, 2016). La DM es una de las endocrinopatías más frecuentes en perros y gatos, puede llegar a ser mortal si no se proporciona a tiempo un tratamiento adecuado; se puede presentar en todas las razas de perros, pero existe mayor susceptibilidad en las razas: Australian terrier, Schnauzer Standard y miniatura, Samoyedo y Fox Terrier. La raza Bóxer es la que presenta mayor resistencia a la DM; similar que en humanos, las hembras son más propensas a esta patología; superando a los machos en una proporción de 3:1. (Guptill *et al.*, 2003; Kennedy *et al.*, 2006; Gilor *et al.*, 2016).

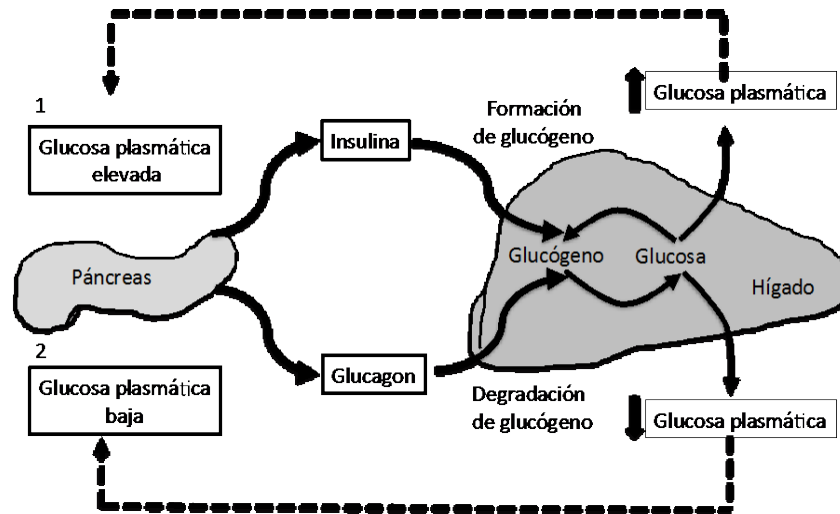


Figura I. Mecanismos de regulación del metabolismo de la glucosa a través de la insulina y el glucagón. 1) Altos niveles de glucosa producidos por la alimentación o degradación de glucógeno almacenado; inducen la secreción de insulina por el páncreas, la cual es utilizada para internalizar glucosa en las células o ser nuevamente almacenada como glucógeno. 2) La disminución de los niveles plasmáticos de glucosa inducidos por ayuno prolongado, activan la secreción de glucagón por el páncreas, metabolizando el glucógeno almacenado a moléculas de glucosa para que sea utilizada por el organismo.

En perros y humanos la DM puede clasificarse como:

- DM tipo I o insulino dependiente: se presenta cuando las células beta del páncreas, son destruidas por el sistema inmune y pierden de manera irreversible su capacidad de secretar insulina; por tal motivo se le ha clasificado como una enfermedad autoinmune. Estudios previos determinaron la infiltración de leucocitos en los islotes pancreáticos, y una respuesta inmune de anticuerpos dirigidos contra células pancreáticas, insulina, proinsulina y la carboxilasa de ácido glutámico (GAD65) (Davison *et al.*, 2008; Davison *et al.*, 2008b; Davison *et al.*, 2011). Fenómenos reportados que preceden al desarrollo de signos clínicos en humanos con DM tipo I; pero la etiología de la DM tipo I en perros es multifactorial. Por lo que al parecer existe una predisposición genética asociada al complejo de histocompatibilidad canino clase II (DLA= Dog Leukocyte Antigens)(Catchpole *et al.*, 2005).
- DM tipo II o no insulina dependiente: se presenta cuando el páncreas conserva parcialmente su actividad, pero los receptores de insulina no responden de manera adecuada al estímulo (Gilor *et al.*, 2016). Este tipo de patología es la más común en humanos y aún hay mucha controversia de que exista el equivalente en perros.
- Además y menos común la diabetes gestacional y otras que se han asociado al diestro y pancreatitis (Figura II).

La hiperglucemia en diabetes gestacional y en la fase de diestro, se presenta debido a que la progesterona induce resistencia a la insulina, a través de los siguientes mecanismos: disminuyendo el número o la velocidad de expresión de los receptores de insulina; dicha resistencia a la insulina se inicia a partir del día 30 de gestación y va incrementándose paulatinamente durante el periodo gestacional; además en el diestro, los niveles de glucosa son más elevados que en el resto de las fases del ciclo estral; así que los primeros signos de intolerancia a la glucosa se presentan 30 días después del estro, y el diagnóstico suele establecerse 15 días más tarde. Si después del parto o del diestro la perra sigue con los signos clínicos, se considera que tiene otro tipo de DM (Fall *et al.*, 2008; Mared *et al.*, 2012).

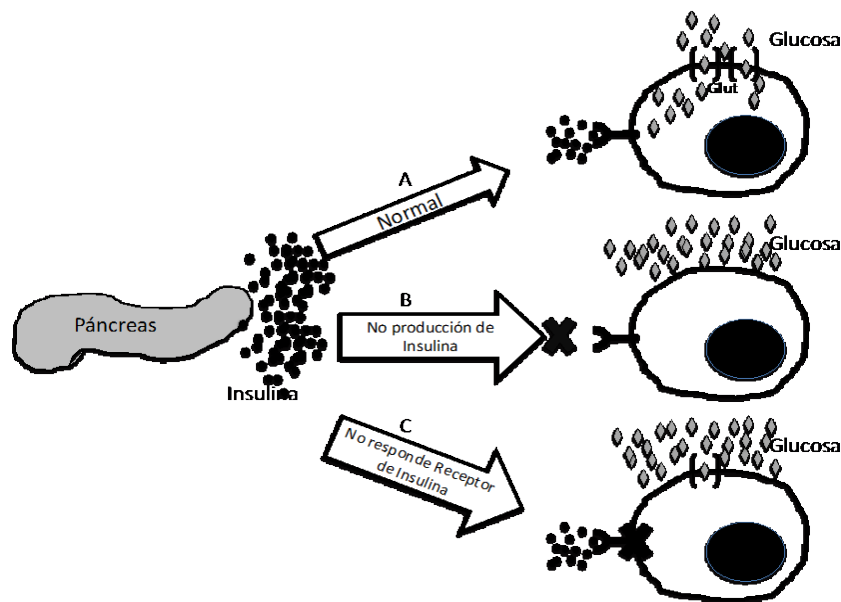


Figura II. Mecanismos asociados a hiperglucemia en DM. El páncreas es el órgano que produce la insulina, hormona que regula los niveles de glucosa en el organismo. En A se muestra el mecanismo normal de acción de la insulina. Ésta se une al receptor de insulina y activa la expresión de los receptores de glucosa (Glut), para que la glucosa sea transportada al interior de la célula. Dentro de la célula es metabolizada para obtener energía. Cuando el páncreas no produce insulina (B), no hay interacción de esta hormona con su receptor y por lo tanto no existe señalización que promueva la expresión de los receptores Glut, impidiendo la internalización de glucosa y generando un incremento de glucosa extracelular, que consecuentemente lleva a un estado de hiperglucemia plasmática, este fenómeno está asociado a la DM tipo I. Alternativamente puede ser que el páncreas produzca insulina; sin embargo el receptor de esta hormona ha perdido la capacidad de activarse y enviar señales intracelulares (C), lo que impide total o parcialmente la expresión de los receptores Glut, produciendo así hiperglucemia, y es un mecanismo asociado a la DM tipo II.

Sin embargo, a la fecha no son aceptados en su totalidad los criterios para la clasificación de la diabetes canina; de tal modo que si los criterios establecidos para la diabetes humana se aplicaran a los perros, la mayoría de los perros diabéticos serían clasificados dentro del grupo de la DM de tipo I. Mientras que el resto probablemente presenten los otros tipos de DM, consecuencia de alteraciones pancreáticas, resistencia crónica a la insulina (diabetes tipo II) o bien, presentan una diabetes inducida por el diestro.

Signos clínicos de la DM en Perros

Según Switonski (2014) Osto y Lutz (2015) la DM en caninos presenta signos similares a los que se presentan en los humanos; entre los síntomas más importantes están: la micción frecuente, aumento en la sed, gran apetito y pérdida repentina de peso.

A continuación, hacemos una breve descripción de estos síntomas.

Poliuria y polidipsia

El incremento descontrolado de glucosa en el organismo produce un exceso de orina al tratar de ser filtrada e eliminada por el riñón, ya que se filtra anormalmente agua utilizable; esto consecuentemente provoca un aumento en los requerimientos de agua en el organismo y así induce un aumento en la ingesta de agua.

Pérdida de peso

La ausencia de insulina impide que la glucosa sea incorporada en las células, lo cual provoca un incremento de glucosa extracelular y consecuentemente concentraciones elevadas de ésta en el plasma sanguíneo; al no tener acceso a la glucosa para obtener energía, las células del organismo utilizan las reservas de lípidos intracelulares (por ejemplo, en hígado y tejido adiposo); así como proteínas del músculo, provocando la repentina pérdida de peso en el animal.

Polifagia

Al no existir glucosa en las células por falta de insulina, se puede producir el aumento de apetito. Si la diabetes no se trata adecuadamente y evoluciona, se puede producir anorexia, debido a la cetoacidosis (acumulación de cetonas). Además existen complicaciones asociados a la DM, como hepatomegalia, debido a la movilización de reservas de grasa; provocando una acumulación anormal de lípidos en el hígado que produce un hígado graso.

Cataratas

Otra importante complicación clínica causada por la DM, es la aparición de las cataratas; que pueden desarrollarse en los perros con diabetes, debido a la hiperglucemia existente, lo que ocasiona un acumulo de agua en el cristalino del ojo, dando lugar a la hinchazón y a la rotura de fibras de la lente óptica. Este padecimiento es irreversible y evoluciona rápidamente a ceguera, debido a que la luz no puede penetrar la lente del ojo (Wilkie *et al.*, 2006; Donzel *et al.*, 2016). En casos más avanzados de DM hay pérdida de apetito, vómitos, deshidratación, debilidad, hipotermia y coma. En última instancia, la diabetes es una enfermedad que afecta a todos los órganos.

Diagnóstico

Es de suma importancia conocer los signos clínicos que el animal presenta para poder realizar el diagnóstico acertado de DM, y se deben de efectuar los análisis de laboratorio correspondientes; los cuales deben demostrar la hiperglucemia y glucosuria en ayuno a través de un hemograma, un perfil bioquímico o un uroanálisis (Cook, 2012). Además siempre es recomendable realizar las tres pruebas juntas, ya que por separado pueden dar un diagnóstico confuso y poco acertado.

Hemograma

Un hemograma es un recuento sanguíneo que permite evaluar las células sanguíneas, y se compone de tres parámetros: 1) hematocrito: representa la relación entre el volumen de eritrocitos y plasma sanguíneo. 2) hemoglobina: que determina la cantidad de hemoglobina expresada en g/dl y el 3) conteo eritrocitario: cantidad total de eritrocitos por mm^3 de sangre. Sin embargo, no se considera que existan cambios drásticos en perros diabéticos, pero usualmente se puede observar una disminución en el valor de hematocrito; así como un aumento de leucocitos, debido a la deshidratación o a una infección secundaria respectivamente. Aunque estos resultados deben de tomarse con mucha cautela, dado que dependiendo de la raza puede haber valores de hematocrito y hemoglobina diferentes (Paul, Shiel *et al.* 2011).

Es necesario detectar en el diagnóstico de la DM la concentración de proteínas glicadas o glucosiladas; por ejemplo, la concentración de fructosamina sérica, provee una medición indirecta de niveles de glucosa en sangre en perros. Las fructosaminas son un grupo de proteínas séricas, entre las que se encuentra la albumina; la cual sufre de glicación en el torrente sanguíneo. Concentraciones elevadas de glucosaminas indican una hiperglucemia persistente durante 2 semanas previas al análisis (Loste y Marca, 2001).

Además concentraciones elevadas de hemoglobina glucosilada, también proporciona información importante del control glucémico de al menos 6 semanas previas al análisis de las muestras de perros (Marca *et al.*, 2000). Sin embargo, a la fecha no existen pruebas comerciales para esta especie, y al parecer no existen ventajas con respecto a la evaluación de fructosaminas.

Perfil bioquímico general

El perfil bioquímico, al igual que el hemograma, se realiza a través de una muestra de sangre; éste cuantifica: la glucosa, proteínas, urea, colesterol, etc., por lo tanto es considerada una evaluación directa de control glucémico. El nivel normal de glucosa en la sangre de un canino es de 60 a 100 mg/dl; en el caso de que esta prueba de un resultado igual o mayor a 150 mg/dl (hiperglucemia), el paciente será diagnosticado con DM, siempre y cuando ya se hayan presentado los signos típicos de diabetes y realizando las otras pruebas ya mencionadas (Cook, 2012).

Adicionalmente puede aplicarse una curva de tolerancia a la glucosa, colectando una muestra sanguínea cada 2 hrs, evaluando la concentración de glucosa plasmática; sin embargo son poco comunes y prácticas, debido al estrés que provoca en los perros y a la poca reproducibilidad que existe (Fleeman y Rand, 2003).

Uroanálisis

El análisis de orina o uroanálisis, es otra prueba imprescindible para el diagnóstico de DM; en esta prueba se analizará una muestra de orina del paciente. Las propiedades físicas normales en la orina son color amarillo claro, olor leve, densidad baja cuando se presentan grandes volúmenes de orina y una densidad alta cuando los volúmenes de orina son bajos. En cuanto a las propiedades químicas normales de la orina, el pH se encontrará en un rango de 5.5 a 7.5; con una cantidad mínima de proteínas, no debe de contener sangre oculta y la concentración de glucosa debe presentarse en cantidades no detectables; además es usual encontrar bilirrubina en cantidades traza y no deben de existir concentraciones detectables de cetonas (Cook, 2012).

Para el diagnóstico de DM en perros, la orina debe de presentar las siguientes características: olor dulce, glucosuria (debido a la hiperglucemia, ya que las células renales del túbulo proximal no reabsorben toda la glucosa debido las altas concentraciones en que ésta se encuentra y por lo tanto será excretada) y por último, habrá concentraciones anormales de cuerpos cetónicos.

Tratamiento

El tratamiento se lleva a cabo para restablecer la calidad de vida del perro, minimizando las complicaciones que conllevan esta enfermedad y sobre todo se debe de evitar llevar al animal a un estado de hipoglucemia. Un estadio de hipoglucemia grave, producida por una sobredosis de insulina puede causar daños irreversibles en el cerebro e incluso la muerte; por lo que uno de los objetivos más importantes del tratamiento de los perros diabéticos es evitar la hipoglucemia inducida por el tratamiento con insulina (Hess y Ward, 2000; Difazio y Fletcher, 2016).

El tratamiento para perros diagnosticados con DM, se ha dividido en casos con complicaciones y casos sin complicaciones. Dependiendo de su gravedad, el caso de DM complicado o descompensado es cuando el paciente requiere de un tratamiento inmediato o de urgencia; mientras que el paciente con DM sin complicaciones, es aquel en el que pueden llevar un tratamiento en casa. Sin embargo, en ambos casos debe de existir una buena comunicación entre el propietario del paciente y el médico veterinario tratante; esto con la finalidad de llevar un control adecuado de la enfermedad y evitar un desenlace fatal.

Tratamiento de la diabetes sin complicaciones

El objetivo del tratamiento para los animales que se encuentran en esta clasificación es estabilizar los niveles de glucosa plasmática; esto puede ser por medio de un ajuste a la dieta, ejercicio y en el peor de los casos con una terapia a base de inyecciones de insulina. En el último caso, la terapia con insulina favorece la disminución de los principales signos clínicos de la enfermedad (Miceli *et al.*, 2012); a través de la regulación

de la producción de citocinas proinflamatorias asociadas a la DM, previniendo adicionalmente alteraciones metabólicas como la cetoacidosis (O'Neill *et al.*, 2012).

Tratamiento de la diabetes con complicaciones

La DM con complicaciones ya asociada con acetoacidosis; se considera como una urgencia médica (O'Brien, 2010); es decir, se necesitará un tratamiento inmediato y eficaz para regular las concentraciones elevadas de glucosa en plasma. Los perros que sufren este padecimiento permanecerán hospitalizados bajo estricta vigilancia y atención médica durante las 24 horas del día. Por lo general la terapia que se aplica es la administración de insulina por dos vías: 1) en forma de bolo intermitente (25% por vía intravenosa, y 2) 75% por vía intramuscular a dosis baja, pero constante por medio de goteo lento por vía intravenosa, o a dosis baja de forma intermitente por vía intramuscular (Walsh *et al.*, 2016). En esta terapia es recomendable utilizar insulina de acción rápida.

Insulina

La insulina se encuentra en múltiples formas que difieren en cuanto a su concentración, duración, pureza y costo. Existen tres grupos generales de insulina para perros que son de acción o rápida, intermedia y prolongada (Cuadro 1).

Acción	Aspecto	Pico máximo	Duración h	Vía
		5 a 10 min	1 a 2	IV
Rápida	Claro	1 a 3 h	4 a 8	IM
		2 a 4 h	6 a 8	SC
Intermedia	Turbia	4 a 16 h	24	SC
Prolongada	Turbia	8 a 20 h	>24	SC

Tabla tomada de Hardy (1998) con modificaciones.

Cuadro 1. Características generales de las presentaciones farmacéuticas de la insulina.

La insulina de acción rápida se presenta en forma de solución, que puede administrarse por cualquier vía, intravenosa (IV), intramuscular (IM) y subcutánea (SC); suele utilizarse en la regulación de la diabetes complicada, dado que se necesitan ajustes de acción rápida. Su acción se inicia dentro de un rango de una a cuatro horas, y su tiempo de vida media en el organismo es de ocho horas (Hardy, 1998).

La actividad de la insulina de acción intermedia oscila en un promedio de nueve horas, y tiene un tiempo de vida media en el organismo de 24 horas; este producto se utiliza más, debido a que se requiere sólo una administración al día (Hardy, 1998).

Finalmente la insulina de acción prolongada, ésta produce su actividad durante las 12 horas postadministración, y tiene un tiempo de vida media en el organismo largo de entre 24 a 36 horas, siendo administrada por vía subcutánea una dosis diariamente (Hardy, 1998).

La insulina utilizada en el tratamiento de la DM en perros se derivan principalmente del porcino (Aptekmann *et al.*, 2014). Las moléculas de insulina porcina presentan alta homología a la insulina canina, de tal modo que resulta poco antigénica y teóricamente tiene menos probabilidades de inducir la formación de anticuerpos anti-insulina, tras uso prolongado.

Respecto a la insulino terapia, hay algunas consideraciones que se deben tomar entre ellas:

- Las preparaciones de insulina se comercializan sólo en dosis de: 40 unidades/ml y 100 unidades/ml.
- La insulina es estable a temperatura ambiente durante 18 meses; sin embargo es muy recomendable que los viales de reserva sean mantenidos a 4 °C.
- Antes de que la insulina sea administrada, debe de agitarse suavemente hasta generar una suspensión homogénea, para evitar errores en la dosificación. Es muy importante verificar la fecha de caducidad para evitar administrar medicamento caducado.
- Existen factores que Influyen en la absorción de insulina, entre ellos están: la vía de administración; por ejemplo, por vía cutánea, la localización de la inyección, el estado de la piel, el volumen y concentración de insulina son importantes en la absorción del medicamento.
- Las zonas donde se aplica la inyección deben de alternarse frecuentemente, para evitar la formación de hematomas y procesos inflamatorios; las zonas subcutáneas dorso-lumbar resultan muy apropiadas y efectivas en perros.

Dieta

La dieta es extremadamente importante para tener éxito en el control de la diabetes mellitus (Kimmel *et al.*, 2000; Asif, 2014). En perros es recomendable que la dieta sea administrada diariamente en un horario establecido, además que el contenido nutricional no varíe demasiado de un día a otro; se ha encontrado variación en el efecto hipoglucemiante de una dieta rica en fibra suplementada con transglucosidasa y aplicada a perros con DM, inducida con estreptozotocina (Sako *et al.*, 2010). La dieta suministrada a perros con DM deberá de ser equilibrada en nutrientes y de sabor agradable, para que ésta sea consumida en su totalidad y así evitar frecuentes cambios en los niveles de glucosa plasmática.

Es importante mencionar que la distribución de los alimentos en perros con DM, deberá ajustarse a los tiempos en que el paciente realiza mayor actividad, y si se aplica insulina

como terapia, ésta debe ser administrada en el periodo postprandial. Los perros diabéticos deben de consumir alimentos con suficiente energía, para tener una condición corporal óptima.

Cuando un perro ha sido diagnosticado con DM, no es recomendable alimentarlo con recetas caseras, ya que esta alimentación no le suministrará equilibradamente los nutrientes que el paciente necesita en su condición de diabético. De tal modo que el médico veterinario será el responsable de proponer alguna dieta comercial, la cual contenga altas dosis de fibras, muy bajo o nulo porcentaje de grasas; además se deberá suprimir los alimentos que contengan azúcar. Aunque para muchos perros con DM, cualquier alimento comercial equilibrado en nutrientes de alta calidad funcionará eficientemente.

Es importante mencionar que las dietas aplicadas a los perros con DM no son iguales; ésta dependerá de la dosis de insulina que se le esté administrando, del grado de avance de la enfermedad, de la edad del paciente, entre otras. Siempre será recomendable que el Médico Veterinario sea el encargado de proponer la dieta y realizar el seguimiento del avance en el tratamiento del paciente, a través del monitoreo de los niveles de glucosa plasmática.

Ejercicio

La obesidad no necesariamente es condicionante para desarrollar DM en perros, como sí lo es en humanos y gatos; sin embargo es importante mantener un peso adecuado del paciente, ya que un perro con sobrepeso u obesidad es más propenso a contraer DM y otras complicaciones. En pacientes con DM, se recomienda que se someta a un régimen de ejercicio, el cual deberá ser constante, pero sin llegar a producir fatiga. También es necesario mantener un equilibrio entre el consumo de alimento, dosis de insulina y frecuencia e intensidad del ejercicio. Tanto el ejercicio y la terapia con insulina ayudan a disminuir la glucosa en sangre, por lo que se debe de evitar que el paciente sufra una descompensación metabólica por un estadio de hipoglucemia en el organismo. De tal modo, similar que en humanos (Asif, 2014), los cambios en el estilo de vida del paciente serán benéficos para el desarrollo y control de la DM.

CONCLUSIONES

La diabetes mellitus es causada por la deficiencia en la secreción o acción de la insulina; lo que provoca un estado de hiperglucemia en la sangre, causando un desequilibrio en el funcionamiento del organismo. La DM es muy frecuente en perros y las hembras son más propensas a esta enfermedad. Existen distintos tipos de DM, la más común en perros caninos es la DM tipo I o insulino dependiente. Si se observa al canino con poliuria, polidipsia y repentina pérdida de peso a pesar de que aumenta su ingesta de alimento, es muy probable que se le diagnostique con DM. Sin embargo es importante realizar las

tres pruebas clínicas de laboratorio (hemograma, perfil bioquímico y uroanálisis) para tener un diagnóstico certero.

Si el perro es diagnosticado con DM, es recomendable determinar qué tipo de DM sufre, y conocer el avance de la enfermedad; para así poder brindarle el tratamiento adecuado.

El tratamiento médico, dieta y ejercicio siempre deberán ser supervisados, monitoreados y controlados por un Médico Veterinario, para garantizar una vida digna de la mascota. Así mismo, para las personas que tienen perros u otras mascotas con esta enfermedad, es muy importante que conozcan todo lo que conlleva la DM. Con un control y un tratamiento adecuado se podrá proporcionar una buena calidad de vida de la mascota.

LITERATURA CITADA

American Diabetes Association (ADA). (2013). Standards of medical care in diabetes Diabetes Care. 36(1):11-66. <http://dx.doi.org/10.2337/dc13-S011>.

APTEKMANN KP, Armstrong J, Coradini M, Rand J. (2014). Owner experiences in treating dogs and cats diagnosed with diabetes mellitus in the United States. Journal of the American Animal Hospital Association. 50(4):247-53. doi: 10.5326/JAAHA-MS-6101.

ASIF M. (2005). The prevention and control the type-2 diabetes by changing lifestyle and dietary pattern. Journal of Education and Health Promotion. 2014. 3: 1. doi: 10.4103/2277-9531.127541.

CATCHPOLE B, Ristic JM, Fleeman LM, Davison LJ.(2005). Canine diabetes mellitus: can old dogs teach us new tricks?. Diabetologia. 48(10):1948-56. doi: 10.1007/s00125-005-1921-1.

COOK AK. (2012). Monitoring methods for dogs and cats with diabetes mellitus. Journal of Diabetes Science and Technology. 6(3): 491-495. <http://jdst.org/May2012/PDF/Abstracts/VOL-6-3-SYM1-COOK-ABSTRACT.pdf>

DAVISON LJ, Walding B, Herrtage ME, Catchpole B. (2008) . Anti-insulin antibodies in diabetic dogs before and after treatment with different insulin preparations. Journal of Veterinary Internal Medicine. 22(6):1317-25. doi: 10.1111/j.1939-1676.2008.0194.

DAVISON LJ, Weenink SM, Christie MR, Herrtage ME, Catchpole B. (2008). Autoantibodies to GAD65 and IA-2 in canine diabetes mellitus. Veterinary Immunology and Immunopathology. 126(1-2): 83-90. doi: 10.1016/j.vetimm.2008.06.016.

DAVISON LJ, Herrtage ME, Catchpole B. (2011). Autoantibodies to recombinant canine proinsulin in canine diabetic patients. Research in Veterinary Science. 91(1):58-63. doi.org/10.1016/j.rvsc.2010.08.007.

DIFAZIO J, Fletcher DJ. (2016). Retrospective comparison of early- versus late-insulin therapy regarding effect on time to resolution of diabetic ketosis and ketoacidosis in dogs and cats: 60 cases (2003-2013). *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*. 26(1):108-15. doi: 10.1111/vec.12415.

DONZEL E, Arti L, Chahory S. (2016). Epidemiology and clinical presentation of canine cataracts in France: a retrospective study of 404 cases. *Veterinary Ophthalmol*. 1-9. doi: 10.1111/vop.12380.

FALL T, Johansson KS, Juberget A, Bergström A, Hedhammar A. (2008). Gestational diabetes mellitus in 13 dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 22(6):1296-300. doi: 10.1111/j.1939-1676.2008.0199.x.

FLEEMAN LM, Rand JS. (2003). Evaluation of day-to-day variability of serial blood glucose concentration curves in diabetic dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 222(3): 317-21. doi: 10.2460/javma.2003.222.317.

GILOR C, Niessen SJ, Furrow E, DiBartola SP. (2016). What's in a Name? Classification of diabetes mellitus in veterinary medicine and why it matters. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 30(4):927-40. doi: 10.1111/jvim.14357.

GUPTILL L, Glickman L, Glickman N. (2003). Time trends and risk factors for diabetes mellitus in dogs: analysis of veterinary medical data base records (1970-1999). *The Veterinary Journal*. 165(3):240-247. doi: 10.1016/S1090-0233(02)00242-3.

HARDY RM. (1988). Diabetes mellitus en el perro y en el gato. *Revista de AVEPA*. 8(2): 71-88. <https://ddd.uab.cat/pub/clivetpeqani/11307064v8n2/11307064v8n2p71.pdf>

HESS RS, Ward CR. (2000). Effect of insulin dosage on glycemic response in dogs with diabetes mellitus: 221 cases (1993-1998). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 216(2):217-21. doi: 10.2460/javma.2000.216.217.

KENNEDY LJ, Davison LJ, Barnes A, Short AD, Fretwell N, Jones CA, Lee AC, Ollier WER, Catchpole B. (2006). Identification of susceptibility and protective major histocompatibility complex haplotypes in canine diabetes mellitus. *Tissue Antigens*. 68(6):467-476. doi: 10.1111/j.1399-0039.2006.00716.x.

KIMMEL SE, Michel KE, Hess RS, Ward CR. (2000). Effects of insoluble and soluble dietary fiber on glycemic control in dogs with naturally occurring insulin-dependent diabetes mellitus. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 216(7):1076-81. doi: 10.2460/javma.2000.216.1076.

LOSTE A, Marca, MC. (2001). Fructosamine and glycated hemoglobin in the assessment of glycaemic control in dogs. *Veterinary Research*. **32**(1):55-62. doi: 10.1051/vetres:2001109.

MARCA MC, Lose A, Unzueta A, Pérez M. (2000). Blood glycated hemoglobin evaluation in sick dogs. *The Canadian Journal Veterinary Research*. **64**(2):141-144.

MARED M, Catchpole B, Kämpe O, Fall T. (2012). Evaluation of circulating concentrations of glucose homeostasis biomarkers, progesterone, and growth hormone in healthy Elkhounds during anestrus and diestrus. *American Journal of Veterinary Research*. **73**(2): 242-247. doi: 10.2460/ajvr.73.2.242.

MICELI DD, Gallelli MF, Cabrera BMF, Martiarena B, Brañas MM, Ortemberg LR, Gómez NV, Castillo VA. (2012). Low dose of insulin detemir controls glycaemia, insulinemia and prevents diabetes mellitus progression in the dog with pituitary-dependent hyperadrenocorticism. *Research in Veterinary Science*. **93**(1): 114-20.

NELSON RW, Reusch CE. (2014). Animal models of disease: classification and etiology of diabetes in dogs and cats. *Journal Endocrinology*. **222**(3):T1-9. doi: 10.1530/JOE-14-0202.

O'BRIEN MA. (2010). Diabetic emergencies in small animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. **40**(2):317-333. doi.org/10.1016/j.cvsm.2010.10.010.

O'NEILL S, Drobatz K, Satyaraj E, Hess R. (2012). Evaluation of cytokines and hormones in dogs before and after treatment of diabetic ketoacidosis and in uncomplicated diabetes mellitus. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. **148**(3-4):276-83. doi: 10.1016/j.vetimm. 2012.06.027.

OSTO M, Lutz TA. (2015). Translational value of animal models of obesity-Focus on dogs and cats. *European Journal Pharmacology*. **759**:240-52. doi: 10.1016/j.ejphar. 2015.03.036.

SAKO T, Mori A, Lee P, Goto H, Fukuta H, Oda H, Saeki K, Miki Y, Makino Y, Ishioka K, Mizutani H, Kojima Y, Koikeda S, Arai T. (2010). Supplementing transglucosidase with a high-fiber diet for prevention of postprandial hyperglycemia in streptozotocin-induced diabetic dogs. *Veterinary Research Communications*. **34**(2): 161-72. doi: 10.1007/s11259-010-9342-0.

SWITONSKI M. (2014). Dog as a model in studies on human hereditary diseases and their gene therapy. *Reproductive Biology*. **14**(1): 44-50. doi: 10.1016/j.repbio.2013.12.007.

VERKEST KR, Rand JS, Fleeman LM, Morton JM. (2012). Spontaneously obese dogs exhibit greater postprandial glucose, triglyceride, and insulin concentrations than lean dogs. *Domestic Animal Endocrinology*. 42(2):103-112. doi: 10.1016/j.domaniend.2011.10.002.

WALSH ES, Drobotz KJ, Hess RS. (2016). Use of intravenous insulin aspart for treatment of naturally occurring diabetic ketoacidosis in dogs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*. 26(1):101-107. doi: 10.1111/vec.12375.

WILKIE DA, Gemensky-Metzler AJ, Colitz CHM, Bras ID, Kuonen VJ, Norris KN, Basham CR. (2006). Canine cataracts, diabetes mellitus and spontaneous lens capsule rupture: a retrospective study of 18 dogs. *Veterinary Ophthalmology*. 9(5):328-34. doi: 10.1111/j.1463-5224.2006.00490.x

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.

