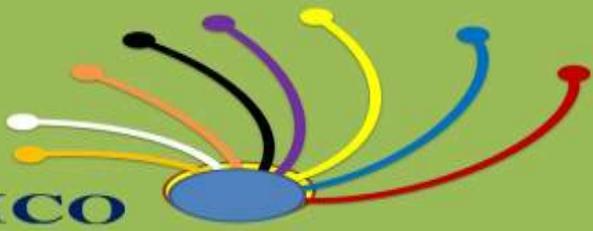


ABANICO VET 8(1) ENERO-ABRIL 2018 ISSN 2448-6132



ABANICO
VETERINARIO®
Incluye animales acuáticos



Larva infectiva L3A y parásito adulto de *Gnathostoma binucleatum*, Alvarez-Guerrero César

Indizada en EMERGING SOURCES CITATION INDEX (Web of Science Core Collection), SCIELO CITATION INDEX (Web Science), SCIELO MEXICO, IMBIOMED, MEDIGRAPHIC, DIALNET, BIBLAT, INDEX COPERNICUS, EBSCOHOST, HEVILA, CENGAGE-*Informe académico*, ContentEngine LLC, PERIODICA, LATINDEX, REDIB, SIIC DATA BASES, REVIVEC, Revistas Electrónicas del Instituto de Investigaciones Biomédicas-UNAM, SCILIT, Birmingham Public Library, Genamics JournalSeek, Biblioteca CCG/IBT, Hospital Universitario La Paz, Western Theological Seminary, International Institute of Organized Research (I2OR), Rootindexing, Scholar Google, 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.

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](http://sisupe.org/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/index) y DOI. [Página web](http://sisupe.org/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/index) <http://sisupe.org/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/index>. 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 HOGGESTEIJN 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

Departamento de Ciencia y Técnica, Universidad de
Ciego de Ávila, Cuba.

ANTONIO FLORES MACÍAS

Universidad Autónoma Metropolitana, Campus
Xochimilco, México.

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

Centro Universitario del Sur. Universidad de
Guadalajara. México.

GIANNI BIANCHI OLASCOAGA

Privado. Uruguay.

GUILLERMO MARTÍNEZ VELÁZQUEZ

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias, Nayarit. México.

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.

PRIMITIVO IRIARTE DEL HOYO

SEP-Nayarit, México.

RAFAEL MARTÍNEZ GARCÍA

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

RUBÉN CORNELIO MONTES PÉREZ

Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia.
Universidad Autónoma de Yucatán. México.

ULISES MACÍAS CRUZ

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

ABANICO VETERINARIO 8(1) 2018
CONTENIDO

Cintillo Legal 7

Editorial 8

Indicaciones para los autores 9

Indizada en 12

Suscripciones y pagos por publicación 13

Actividad antibacteriana y sobre nematodos gastrointestinales de 14
metabolitos secundarios vegetales: enfoque en Medicina Veterinaria

Antibacterial and antihelmintic activity of secondary metabolites of plants: approach in Veterinary Medicine

Reproducción y mortalidad de razas bovinas en clima subtropical de 28
Argentina

Reproduction and mortality of breeds cattle in subtropical climate of Argentina

Evaluación de semilla de pastos cosechados en caminos y campos de 36
cultivos

Seed evaluation of harvested pastures in roads and crop fields

Identificación de los principales parásitos gastrointestinales en burros del 47
Valle de Tulancingo

Identification of main gastrointestinal parasites in donkeys of Tulancingo Valley

Infección experimental de *Gnathostoma binucleatum*, en *Canis familiaris* 53
del municipio de Tepic, Nayarit, México

Experimental infection of *Gnathostoma binucleatum* in *Canis familiaris* from the municipality of Tepic in Nayarit, Mexico

Evaluación comparativa de dos métodos de recuperación espermática de 59
epidídimos bovinos post-mortem

Comparative evaluation of two methods of spermatic recovery of epididymis bovine post-mortem

Efecto del consumo de palo escrito, alfalfa y maíz en bloques 75
multinutricionales sobre la calidad de la canal y carne de conejos

Effect of the consumption of "palo escrito", alfalfa and corn in multinutritional blocks on the quality of carcass and rabbit meat

Evolución del síndrome de caída del toro de lidia en los últimos 25 años 80
"Toro de Lidia" falling-syndrome evolution in the last 25 years

Cacería de venados *Odocoileus virginianus*, *Mazama americana* 91
(Artiodactyla: Cervidae) en tres comunidades de Yucatán

Deer hunting *Odocoileus virginianus*, *Mazama americana* (Artiodactyla: Cervidae) in three communities of Yucatan

Evaluación sensorial de embutido tipo chorizo a base de carne de conejo 102

Sensorial assessment of chorizo as a type of sausage based on rabbit meat

CINTILLO LEGAL

Abanico Veterinario, Año 8, Volumen 8, No. 1, Enero-Abril 2018, 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 impreso 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, 28 de septiembre 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 este número 8(1) 2018 presenta en la portada imágenes de la Larva infectiva L3A y parásito adulto de *Gnathostoma binucleatum*; enviadas por Alvarez-Guerrero César de la Universidad Autónoma de Nayarit, México.

La revista ya esta incluida en el EMERGING SOURCES CITATION INDEX (Web of Science Core Collection) y Scielo Citation Index. Se trabaja para lograr los indicadores que se requieren para ingresar a los index: REDALYC, SCOPUS y de CONACYT.

Se continua con 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/>

<https://www.sergiomartinezgonzalez.com/congreso-internacional-abanico-vete>

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: El trabajo a enviar debe ser original y actual, que garantice citas en los próximos 24 meses después de su publicación; los autores enviarán una carta de originalidad de los datos firmada en formato de la revista por correo electrónico a abanicoveterinario@gmail.com. Todo artículo que el software de originalidad y anti-plagio iThenticate, detecte plagio y artículos que estén en la web serán rechazados, 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, también incluir la dirección electrónica 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

EMERGING SOURCES CITATION INDEX (Web of Science Core Collection)

<http://ip-science.thomsonreuters.com/cgi-bin/jrnlst/jlresults.cgi?PC=EX>

SCIELO CITATION INDEX (Web Science).

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. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=22361>

BIBLAT. Bibliografía latinoamericana en revistas de investigación científica y social <https://biblat.unam.mx/es/indice/alfabetico/a>

INDEX COPERNICUS <https://journals.indexcopernicus.com/search/details?id=47677>

EBSCOHOST. <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/>

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>

Biblioteca CCG/IBT <http://biblioteca.ibt.unam.mx/revistas.php>

Hospital Universitario La Paz <http://m-hulp.c17.net/index.php/opac/action/default/#>

Western Theological Seminary

<https://cook.westernsem.edu/CJDB4/EXS/browse/titles?t=startswith&page=1&q=A>

International Institute of Organized Research (I2OR) <http://www.i2or.com/8.html>

Rootindexing <http://www.rootindexing.com/journal/abanico-veterinario-Abanico%20Vet./>

Conricyt-CONACYT <http://www.conricyt.mx.etchconricyt.idm.oclc.org>

Google Académico <https://scholar.google.es/scholar?hl=es&q=abanico+veterinario&btnG=&lr=>

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. También podrá depositar vía WESTERN UNION a Sergio Martínez González con destino México, Nayarit, Tepic; enviar la clave de cobro 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 \$3000.00 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://www.scielo.org.mx/scielo.php>

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

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

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

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

[http://journalseek.net/cgi-](http://journalseek.net/cgi-bin/journalseek/journalsearch.cgi?field=issn&query=2007-428X)

[bin/journalseek/journalsearch.cgi?field=issn&query=2007-428X](http://journalseek.net/cgi-bin/journalseek/journalsearch.cgi?field=issn&query=2007-428X)

<http://132.248.9.34/hevila/Abanicoveterinario/>

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

<https://journals.indexcopernicus.com/search/details?id=47677>

<https://scholar.google.es/scholar?hl=es&q=abanico+veterinario&btnG=&lr=>

Actividad antibacteriana y sobre nematodos gastrointestinales de metabolitos secundarios vegetales: enfoque en Medicina Veterinaria

Antibacterial and antihelmintic activity of secondary metabolites of plants: approach in Veterinary Medicine

Hernández-Alvarado Jerelly¹ j.lha18@hotmail.com, **Zaragoza-Bastida Adrian**² adrian_zaragoza@uaeh.edu.mx, **López-Rodríguez Gabino**² misalopr@gmail.com, **Peláez-Acero Armando**² ap_acero@hotmail.com, **Olmedo-Juárez Agustín**³ aolmedoj@gmail.com, **Rivero-Perez Nallely**^{*2} nallely_rivero@uaeh.edu.mx

¹Universidad Politécnica de Huatusco. Veracruz. México. ²Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Hidalgo, México. ³Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria, INIFAP. Jiutepec, Morelos, México. *Autor responsable y de correspondencia: Rivero-Perez Nallely. Rancho Universitario Av. Universidad km 1, A.P. 32 CP.43600. 01771717 2000 ext. 2440. Ex-Hda. de Aquetzalpa, Hidalgo, México.

RESUMEN

En la actualidad el uso de plantas medicinales se ha convertido en una alternativa para el tratamiento y control de enfermedades tanto en medicina veterinaria como en medicina humana. En estudios recientes se ha reportado que los metabolitos secundarios presentes en la mayoría de las plantas ejercen efectos a nivel productivo y de salud; ya que poseen efectos bactericidas o bacteriostáticos, antihelmíntico (taninos y saponinas), anticancerígeno, antioxidante e inmunoestimulante (compuestos fenólicos, saponinas alcaloides y terpenos); e incluso gracias a su contenido de metabolitos secundarios se han propuesto como parte de la alimentación en animales debido a que pueden mejorar parámetros productivos y reproductivos. La presencia o ausencia de estos efectos dependerá del tipo de planta, tipo de metabolito secundario y la cantidad y frecuencia con la que se consuman. El objetivo de la presente revisión fue realizar una búsqueda bibliográfica de los principales metabolitos secundarios de plantas con actividades antimicrobianas y sobre nematodos gastrointestinales, reportadas en Medicina Veterinaria.

Palabras clave: metabolitos secundarios, antibacteriano, antihelmíntico, Medicina Veterinaria.

ABSTRACT

Currently, the use of medicinal plants has become an alternative for treatment and control of diseases in both veterinary and human medicine. Recent studies have reported that secondary metabolites present in all plants have effects on production and animal health as they have bactericidal or bacteriostatic, anthelmintic (tannins and saponins), anticancer, antioxidant and immunostimulant (phenolic compounds, alkaloid saponins, and terpenes) effects; and for their content of secondary metabolites they have been proposed as an alternative in animal feed because can increase productive and reproductive parameters. The presence or absence of these effects depends on the kind of plant, the content of secondary metabolites, the kind of secondary metabolite and the quantity and the frequency in which they are consumed. The aim of the present review was to carry out a bibliography search of the main secondary metabolites of plants with antimicrobial and over gastrointestinal nematodes activity, reported in Veterinary Medicine

Keyword: secondary metabolites, antimicrobial, antihelmintic Veterinary Medicine.

INTRODUCCIÓN

Muchas de las enfermedades que se presentan en la práctica de la Medicina Veterinaria se asocian a la presencia de bacterias y parásitos, quienes han desarrollado cierta resistencia a los fármacos comerciales (McKellar y Jackson, 2004, Cabrera *et al.*, 2007, Epe y Kaminsky, 2013) por lo que se ha optado por el uso de metabolitos secundarios de plantas como alternativa para el control y tratamiento de las mismas.

Los metabolitos secundarios son compuestos derivados del metabolismo primario de las plantas (Augustin *et al.*, 2011), estos compuestos juegan un papel ecológico importante ya que sirven como mecanismo de defensa (Pérez y Jiménez, 2011). La gran mayoría de especies vegetales presentan metabolitos secundarios, como terpenos, compuestos fenólicos, glicósidos y alcaloides (Ávalos y Pérez-Urria, 2009) de los cuales, se han reportado cerca de 8000 polifenoles, 270 aminoácidos no proteicos, 32 cianógenos, 10,000 alcaloides, varias saponinas y esteroides (Domingo y López Brea, 2003; Duraipandiyan *et al.*, 2006; Carmona, 2007).

Los metabolitos secundarios son una fuente de principios activos de medicamentos y de valiosos productos químicos, cuyas aplicaciones farmacéuticas se debe a su función como analgésicos, antibacterianos, antihepatotóxicos, antioxidantes, antivirales, antitumorales, fungicidas, inmunoestimulantes, entre otras (Isaza, 2007, Pérez y Jiménez, 2011, Agustín *et al.*, 2011).

Se ha propuesto que los componentes activos de los extractos (metabolitos secundarios) pueden inhibir el crecimiento microbiano mediante los mismos mecanismos con los que actúan los antibióticos: inhibición de la síntesis de la pared celular y la activación de enzimas que destruyen esa pared, aumento de la permeabilidad de la membrana celular, interferencia con la síntesis de proteínas y alteración del metabolismo de los ácidos nucleicos entre otros (Ordaz *et al.*, 2010).

Por otra parte en el control de los nematodos gastrointestinales se ha propuesto la herbolaria como alternativa, de acuerdo al análisis de los compuestos en diferentes plantas, los taninos son los que intervienen en funciones vitales de los nematodos afectando la movilidad, la nutrición y, posiblemente, la reproducción (Medina *et al.*, 2014) por lo que han recibido gran atención y han sido propuestas como método de control de nematodos gastrointestinales en ovinos y caprinos (Durmic y Blache, 2012, Hernandez *et al.*, 2014). Las plantas taniníferas pueden tener una actividad antiparasitaria directa pero también podrían tener un efecto indirecto a través de mejorar la respuesta inmune de los animales contra los nematodos gastrointestinales (Hoste *et al.*, 2005).

Existen reportes de que los taninos pueden mejorar la resiliencia (menos signos clínicos, mejor crecimiento y producción de lana) y resistencia (menor cantidad de huevos de

nematodos en heces, menor carga parasitaria y menor fertilidad de hembras parásitas) de los caprinos y ovinos infectados con nematodos gastrointestinales (Torres-Acosta *et al.*, 2008).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se planteó la presente revisión con el objetivo de realizar una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Scopus, Scielo y Redalyc de los principales metabolitos secundarios de plantas con actividades antimicrobianas y sobre nematodos gastrointestinales, reportadas en Medicina Veterinaria. Con lo cual se busca favorecer el uso de estas fuentes alternativas en el tratamiento y control de algunas enfermedades asociadas a la presencia de bacterias y parásitos de importancia en la práctica de la Medicina Veterinaria.

Metabolitos secundarios

Los metabolitos secundarios (MS) son compuestos derivados de las rutas de biosíntesis del metabolismo primario del carbono en las plantas, que aparecen en el citoplasma de la mayoría de las células vegetales (Augustin *et al.*, 2011).

Estos compuestos no tienen una aparente importancia, sin embargo, juegan un papel ecológico importante ya que muchos de los compuestos sirven como mecanismo defensa contra herbívoros, virus, bacterias y hongos (Pérez y Jiménez, 2011).

Otros MS tienen funciones fisiológicas, como los alcaloides y las pectinas, que pueden servir para el transporte de nitrógeno tóxico y otros compuestos de almacenamiento, mientras los compuestos fenólicos como los flavonoides realizan una función como protectores de rayos ultravioletas (Pérez y Jiménez, 2011). Los MS a diferencia de los metabolitos primarios presentan una distribución restringida en el reino vegetal pues se sintetizan en pequeñas cantidades y de forma específica determinada al género, familia o especie de planta (Ávalos y Pérez-Urria, 2009).

Hasta 2007 se habían reportado cerca de 8000 polifenoles, 270 aminoácidos no proteicos, 32 cianógenos, 10,000 alcaloides, varias saponinas y esteroides (Domingo y López Brea, 2003; Duraipandiyar *et al.*, 2006; Carmona, 2007).

Los MS se agrupan en cuatro grupos principales: Terpenos, compuestos fenólicos, glicósidos y alcaloides, todos ellos con diferentes propiedades farmacológicas como se observa en la Tabla 1.

Grupo	Compuestos presentes	Características principales	Propiedades farmacéuticas
Terpenos	Hormonas, pigmentos carotenoides, esteroides, látex y aceites esenciales	Grupo de mayor importancia con más de 40000 moléculas, se consideran de importancia para la supervivencia de las plantas. Son insolubles en agua y derivan de la unión de unidades de isopreno	Anticarcinogénicas, antiulcerosas, antimalarías, antimicrobianas, etc.
Compuestos fenólicos	Cumarinas, flavonoides, lignina y taninos.	Derivan de un grupo fenol	Antidiarreicos, antitumorales, antibacteriales, antivirales e inhibidores de enzimas (Isaza, 2007)
Glicósidos	Saponinas, glicósidos cardíacos, glicósidos cianogénicos y glucosinolatos.	Surgen a partir de la condensación de una molécula de azúcar con otra que contiene un grupo hidroxilo, formando así un enlace glucosídico	Antimicrobianas, fungicidas, insecticidas, anticancerígenos, antiinflamatoria y alelopáticas (Agustín <i>et al.</i> , 2011)
Alcaloides	Quinolina, isoquinolina, indol, tropano, quinolizidina, piperidina, purina, pirrolizideno.	Grupo con alrededor de 15000 metabolitos secundarios. Son solubles en agua, contienen al menos un átomo de nitrógeno y exhiben actividad biológica. La mayoría son heterocíclicos y algunos son compuestos alifáticos.	A dosis altas, la mayoría son muy tóxicos, sin embargo, a dosis bajas funcionan como relajantes musculares, tranquilizantes, antitusivos o analgésicos.

Adaptado de Ávalos y Pérez-Urria, 2009

Tabla 1. Clasificación de los metabolitos secundarios y sus propiedades farmacológicas.

Uso de metabolitos secundarios como antibacterianos

Las plantas se han considerado como una opción sustentable frente a patógenos y una importante fuente de diversidad natural debido a la gran cantidad de compuestos que sintetizan; se han reportado más de 100,000 MS en la naturaleza de los cuales hay algunos que han demostrado tener un efecto antibacteriano (Montes-Belmont, 2009, Cruz-Carrillo *et al.*, 2010, Borroto *et al.*, 2011, Avello Lorca *et al.*, 2012, Soto Vázquez *et al.*, 2014).

Es evidente que en la práctica veterinaria existen una gran cantidad de patologías asociadas a la presencia de patógenos bacterianos los cuales causan pérdidas económicas importantes en la producción pecuaria (Pugh, 2002), sin embargo, la resistencia a antimicrobianos convencionales es un factor que ha limitado el tratamiento y control de las infecciones causadas por estos patógenos (Pellegrino *et al.*, 2011), es por ello que se han utilizado alternativas antimicrobianas extraídas a partir de plantas. La resistencia bacteriana generada es debida al incremento en el uso de antibióticos y la respectiva presión selectiva que ejercen ha provocado que las bacterias con múltiples mecanismos como bioquímicos, genéticos y celulares, desarrollen estrategias para evadir la acción de estos compuestos (Cabrera *et al.*, 2007), es por ello que se han utilizado alternativas antimicrobianas extraídas a partir de plantas, algunos ejemplos se describen en la Tabla 2.

Los antibióticos se han utilizado en veterinaria con tres finalidades: terapéutica, profiláctica y como promotores del crecimiento, esta última es una práctica conocida desde 1950, al descubrir que pequeñas dosis de tetraciclina mejoraban el desarrollo de los animales y poco después a este descubrimiento se utilizaron otros fármacos como la penicilina y el cloranfenicol (Puig *et al.*, 2011), así mismo se sabe que los hospitales veterinarios juegan un papel en la transmisión de organismos multirresistentes y no solo por la administración continua de antibiótico sino también por el intercambio de bacterias entre personas y animales (Ríos *et al.*, 2015).

La resistencia es una propiedad natural de un organismo (intrínseca) o conseguida por mutación o adquisición de plásmidos (autorreplicación, ADN extracromosómico) o transposones (cromosoma integrado en plásmidos, cassettes de ADN transmisibles) (Cabrera *et al.*, 2007). Los plásmidos y transposones son elementos genéticos móviles donde se transportan los genes de resistencia (Pérez y Robles, 2013).

La resistencia a antibióticos puede ser resultado de mutaciones cromosomales o por interacción de material genético mediante el transporte de genes de resistencia por medio de mecanismos de transducción, conjugación o transposición. Existen 5 mecanismos de resistencia adquirida, de los cuales las bacterias pueden utilizar más de dos: Modificación enzimática o destrucción del antibiótico, impermeabilidad al antibiótico, alteración o producción de nuevos sitios blanco, presencia de bombas de eflujo que expulsan el antibiótico y sobre expresión del sitio blanco (Cabrera *et al.*, 2007) aunque también se puede presentar una alteración de la composición y el contenido de las glicoproteínas de la pared bacteriana (Puig *et al.*, 2011).

Las bacterias que presentan resistencia a más de un antibiótico se denominan bacterias multirresistentes, las cuales presentan un problema aún más serio al haber desarrollado diferentes mecanismos de resistencia (Pérez y Robles, 2013).

De igual forma los mecanismos por los cuales los componentes activos de los extractos pueden inhibir el crecimiento microbiano son los conocidos y ya mencionados: inhibición de la síntesis de la pared celular y la activación de enzimas que destruyen esa pared, aumento de la permeabilidad de la membrana celular, interferencia con la síntesis de proteínas y alteración del metabolismo de los ácidos nucleicos entre otros (Ordaz *et al.*, 2010).

En el caso de *Staphylococcus aureus* el efecto antimicrobiano de los fenoles se ha asociado a la capacidad de estos compuestos de producir alteraciones en la membrana citoplasmática de la bacteria (Domingo y López Brea, 2003).

Dentro de género de importancia en Medicina Veterinaria se encuentra *Staphylococcus*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Pseudomona* y *Bacillus* entre otros. Dentro del género *Staphylococcus* las especies de importancia veterinaria son *aureus*, la cual produce gran variedad de infecciones supurativas en heridas, mastitis, endometritis, cistitis, osteomielitis, piodermas en la mayoría de las especies domesticas asi como en animales de compañía; *epidermidis*, la cual genera mastitis en rumiantes; *hyicus*, especie asociada a la epidermis exudativa en cerdos, e *intermedius*, que provoca piodermas, otitis, conjuntivitis, osteomielitis en perros (Velasco y Yamasaki, 2002). Además, este género presenta una alta morbilidad y mortalidad en animales domésticos y de compañía (Ríos *et al.*, 2015).

Algunos serotipos patógenos de *Escherichia* están asociados a diarreas en cerdos, bovinos, ovinos, caprinos y equinos, este género es considerado un patógeno oportunista en infecciones de vías urinarias y respiratorias, mastitis, onfalitis y diferentes procesos infecciosos (Velasco y Yamasaki, 2002). La subespecie *coli* es un patógeno asociado a la presencia de diarreas en pequeños rumiantes de menos de 2 semanas de edad, los cuales presentan fiebre y diarrea ligada a daños severos en el epitelio intestinal alterando el transporte de electrolitos y agua, provocando una rápida deshidratación a causa de la hipersecreción de líquidos, el porcentaje de morbilidad se encuentra entre el 20 y el 25% y la mortalidad suele ser mayor al 50%. Por otra parte *E. coli* también se ha reportado como agente causal de mastitis clínica en bovinos, ovinos y cabras productoras de leche, provocando pérdidas cuantiosas debido a que disminuye la producción láctea, provoca anorexia, fiebre, e incluso la pérdida del cuarto o medio afectado en casos extremos (Pugh, 2002).

Por su parte *Bacillus anthracis*, perteneciente al género *Bacillus*, es causa de muertes súbitas con hemorragias en orificios naturales en bovinos y ovinos. Algunas otras especies provocan enteritis en cerdos y perros, mastitis, abortos, intoxicación alimentaria, úlceras corneales, entre otras (Velasco y Yamasaki, 2002).

Las bacterias pertenecientes al género *Pseudomona* generan abscesos e infecciones purulentas en diferentes especies, mastitis en bovinos, enteritis en cerdos, pneumonías en cerdos y mieloidosis en diferentes especies animales (Velasco y Yamasaki, 2002). Los serotipos *abortus*, del género *Salmonella*, provocan abortos en bovinos, equinos y ovinos, además de generar diarreas y septicemias en diferentes especies de animales; y en el caso de *S. cholerasuis* genera enteritis, septicemia y neumonía en cerdos (Velasco y Yamasaki, 2002).

Se han analizado extractos de distintas especies de plantas con distintos solventes, a la vez se ha realizado la identificación de los compuestos o de los grupos de compuestos

presentes en estas plantas, incluso se ha reportado que estos compuestos suelen tener un mayor efecto sobre géneros bacterianos que presentan multirresistencia a fármacos. Por lo que se ha llegado a encontrar que los fenoles ejercen una acción antimicrobiana contra *S. aureus*, *Salmonella thyphimurium*, los taninos sobre varios géneros bacterianos y algunos virus, las flavonas sobre *Shigella* y *Vibrio*, los alcaloides contra cocos Gram positivos, *Lactobacillus* y hongos, las saponinas obtenidas de *Panax ginsen* tiene un efecto importante inhibiendo el crecimiento de *E. coli* y *S. aureus* (Domingo y López Brea, 2003, Moreno *et al.*, 2010, Pereira *et al.*, 2013).

Las saponinas poseen una actividad antibacteriana y pueden modificar la fermentación ruminal suprimiendo protozoarios e inhibiendo selectivamente bacterias ruminales e intestinales (*Lactobacillus plantarum* y *Enterococcus faecium* en borregos) (Salem *et al.*, 2010).

En un experimento realizado en 2013 con extracto hexánico de cedro se observó que este extracto tenía una potente actividad antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*, con halos de inhibición de 12 mm, los responsables de esta actividad fueron los alcaloides, triterpenos o esteroides, y quinonas, presentes en dicho extracto (Pereira *et al.*, 2013).

Actividad antihelmíntica de MS

Los parasitosis causadas por nematodos gastrointestinales en rumiantes representan un serio problema a nivel mundial ya que afectan la productividad del hospedador causando reducciones en las tasas de crecimiento en animales jóvenes, bajas condiciones corporales, reducción de la fertilidad, aumento de susceptibilidad a enfermedades de diferentes orígenes e incremento en la mortalidad ocasionando pérdidas económicas muy importantes en la producción pecuaria (Moreno *et al.*, 2010, Felice, 2015).

El tratamiento antihelmíntico a base de fármacos se encuentra limitado debido al desarrollo de resistencia de algunas poblaciones de nematodos gastrointestinales a la mayoría de los antihelmínticos comerciales (McKellar y Jackson, 2004, Epe y Kaminsky, 2013).

Este problema es común en nematodos gastrointestinales de ovinos, cabras, caballos (González *et al.*, 2012) y bovinos (Encalada *et al.*, 2008), sin embargo esta situación se ha estudiado ampliamente en ovinos debido a que se ha encontrado baja efectividad de los principales productos químicos como benzimidazoles, imidazotiazoles y lactonas macrocíclicas, al respecto en un estudio realizado en 2011 se confirmó la resistencia antihelmíntica a los principales antihelmínticos (Closantel, Albendazol, Ivermectina y Nitroxinil) utilizados en la región Sierra de Tabasco y Norte de Chiapas en ovinos (González *et al.*, 2012).

Planta utilizada	Bacterias	Referencia
Metanólico de <i>Acacia modesta</i>	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. epidermis</i> y <i>B. subtilis</i> .	(Bashir <i>et al.</i> , 2012)
<i>Thymus serpyllum</i>	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. epidermis</i> y <i>B. subtilis</i> .	(Bashir <i>et al.</i> , 2012)
<i>Syzygium comuni</i> L.	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. epidermis</i> y <i>B. subtilis</i> .	(Bashir <i>et al.</i> , 2012)
<i>Olea ferruginea</i>	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. epidermis</i> y <i>B. subtilis</i> .	(Bashir <i>et al.</i> , 2012)
Familia <i>Lauraceae</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> , <i>E. coli</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>P. aeruginosa</i> y <i>S. aureus</i> .	(Avello Lorca <i>et al.</i> , 2012)
Familia <i>Atherospermateaceae</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> , <i>E. coli</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>P. aeruginosa</i> y <i>S. aureus</i> .	(Avello Lorca <i>et al.</i> , 2012)
<i>Allium sativum</i>	<i>E. coli</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. aureus</i> , <i>S. tiphy</i> .	(Srinivasan <i>et al.</i> , 2001)
<i>Curcuma longa</i>	<i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>S. tiphy</i> .	(Srinivasan <i>et al.</i> , 2001)
<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>S. tiphy</i>	(Srinivasan <i>et al.</i> , 2001)
<i>Jatropha glandulifera</i>	<i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>S. tiphy</i>	(Srinivasan <i>et al.</i> , 2001)
<i>Leucas aspera</i>	<i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>S. aureus</i> .	(Srinivasan <i>et al.</i> , 2001)
<i>Tamarindus indica</i>	<i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>S. tiphy</i>	(Srinivasan <i>et al.</i> , 2001)
<i>Sonneratia alba</i>	<i>E. coli</i> y <i>P. aeruginosa</i>	(Kaewpiboon <i>et al.</i> , 2012)
<i>C. albicans</i>	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> y <i>P. aeruginosa</i> .	(Kaewpiboon <i>et al.</i> , 2012)
<i>Albizia adianthifolia</i>	<i>E. coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>P. aeruginosa</i>	(Tchinda <i>et al.</i> , 2017)
<i>Laportea ovalifolia</i>	<i>E. coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i>	(Tchinda <i>et al.</i> , 2017)

Tabla 2. Actividad de extractos de plantas sobre diferentes géneros bacterianos.

Una de las alternativas propuestas para el control de los nematodos gastrointestinales es el uso de plantas utilizadas en la herbolaria tradicional con efecto antihelmíntico. Los principales compuestos de estas plantas son los terpenos, los alcaloides, las saponinas, las antraquinonas y los taninos. Aunque de acuerdo al análisis de los compuestos en diferentes plantas, los taninos son los que intervienen en funciones vitales de los nematodos afectando la movilidad, la nutrición y posiblemente en su reproducción (Medina *et al.*, 2014).

El uso de plantas ricas en metabolitos secundarios bioactivos y especialmente aquellas que contienen taninos, han recibido gran atención y han sido propuestas como método de control de nematodos gastrointestinales en ovinos y caprinos, algunos ejemplos se muestran en la Tabla 3 (Durmic y Blache, 2012, Hernández *et al.*, 2014).

Por otro lado, las plantas ricas en taninos han atraído la mayor atención por su efecto sobre los nematodos gastrointestinales de los rumiantes. Las plantas taniníferas pueden tener una actividad antiparasitaria directa pero también podrían tener un efecto indirecto a través de mejorar la respuesta inmune de los animales contra los nematodos

gastrointestinales (Hoste *et al.*, 2005). Existen reportes de que los taninos pueden mejorar la resiliencia (menos signos clínicos, mejor crecimiento y producción de lana) y resistencia (menor cantidad de huevos de nematodos en heces, menor carga parasitaria y menor fertilidad de hembras parásitas) de los caprinos y ovinos infectados con nematodos gastrointestinales (Torres-Acosta *et al.*, 2008). La propiedad antiparasitaria de los metabolitos secundarios depende de la estructura del compuesto secundario, del nivel de ingestión y de su disponibilidad en el tracto gastrointestinal de los animales (Athanasiadou y Kyriazakis, 2004).

Aparentemente el mecanismo de acción de los taninos sobre las larvas infectantes (L3) de *Haemonchus contortus* y *Trichostrongylus colubriformis* consiste en evitar que estos parásitos desenvainen, esto evita que los nematodos gastrointestinales puedan establecerse en su sitio de acción y puedan continuar con su ciclo evolutivo, mientras que en los parásitos adultos los taninos aparentemente se unen a la boca y posiblemente al aparato reproductor de los parásitos, por la afinidad de los taninos a las proteínas ricas en prolina de la cutícula del nematodo (Torres-Acosta *et al.*, 2008).

Planta utilizada	Efecto	Helminto evaluado	Referencia
<i>Casuarina cunninghamiana</i> ,	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i> y <i>T. colubriformis</i>	(Moreno <i>et al.</i> , 2010).
<i>Acacia farnesiana</i> ,	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i> y <i>T. colubriformis</i>	(Moreno <i>et al.</i> , 2010).
<i>Acacia holosericea</i>	%IDL	<i>H. contortus</i> y <i>T. colubriformis</i>	(Moreno <i>et al.</i> , 2010).
<i>Acacia nilotica</i>	%IDL	<i>H. contortus</i> y <i>T. colubriformis</i>	(Moreno <i>et al.</i> , 2010).
<i>Mentha piperita</i>	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i>	(Carvalho <i>et al.</i> , 2012)
<i>Lippia sidoides</i>	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i>	(Carvalho <i>et al.</i> , 2012)
<i>Piper tuberculatum</i>	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i>	(Carvalho <i>et al.</i> , 2012)
<i>Azadirachta indica</i>	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i>	(Costa <i>et al.</i> , 2008)
<i>Leucas martinicensis</i>	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i>	(Egualde <i>et al.</i> , 2011)
<i>Leonotis ocymifolia</i>	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i>	(Egualde <i>et al.</i> , 2011)
<i>Senna occidentalis</i>	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i>	(Egualde <i>et al.</i> , 2011)
<i>Hura crepitans</i>	%IDL	<i>H. contortus</i>	(Carvalho <i>et al.</i> , 2012)
<i>Albizia schimperian</i>	%IDL	<i>H. contortus</i>	(Egualde <i>et al.</i> , 2011)
<i>Melia azedarach</i>	%IEH	<i>H. contortus</i> y <i>Trichostrongylus</i> sp.	(Cala <i>et al.</i> , 2012)
<i>Trichilia claussoni</i>	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i> y <i>Trichostrongylus</i> sp.	(Cala <i>et al.</i> , 2012)
<i>Annona squamosa</i>	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i>	(Kamaraj <i>et al.</i> , 2010)
<i>Eclipta prostrata</i>	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i>	Kamaraj <i>et al.</i> , 2010)
<i>Solanum torvum</i>	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i>	Kamaraj <i>et al.</i> , 2010)
<i>Terminalia chebula</i>	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i>	Kamaraj <i>et al.</i> , 2010)
<i>Catharantus roseus</i>	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i>	Kamaraj <i>et al.</i> , 2010)
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	%IEH y %IDL	<i>H. contortus</i> y <i>Trichostrongylus</i> sp.	(Katiki <i>et al.</i> , 2011)

%IEH: Porcentaje de inhibición de la eclosión de huevo, %IDL: Porcentaje de inhibición de desarrollo larvario

Tabla 3. Efecto de diferentes plantas sobre nematodos gastrointestinales de pequeños rumiantes.

El nematodo *Haemonchus contortus* ha sido considerado como el de mayor prevalencia en pequeños rumiantes (Encalada *et al.*, 2008) y uno de los principales causantes de pérdidas económicas en la producción ovina por lo que la mayoría de los estudios *in vitro* ya realizados han sido con *Haemonchus contortus* (López Ruvalcaba *et al.*, 2013).

CONCLUSIÓN

En la actualidad el tratamiento de las enfermedades bacterianas y parasitarias de importancia en Medicina Veterinaria se ha complicado debido a la resistencia a fármacos comerciales por lo que es necesario utilizar alternativas para el control de estos patógenos resistentes o multirresistentes, una de las cuales puede ser el uso de metabolitos secundarios de plantas con actividad antibacteriana y/o sobre nematodos gastrointestinales.

LITERATURA CITADA

ATHANASIADOU S y Kyriazakis I. 2004. Plant secondary metabolites: antiparasitic effects and their role in ruminant production systems. *Proceedings of the Nutrition Society*. 63:631 - 639. DOI:10.1079/PNS2004396.

AUGUSTIN JM, Kuzina V, Andersen SB, Bak S. 2011. Molecular activities, biosynthesis and evolution of triterpenoid saponins. *Phytochemistry*. 72(6):435-457. DOI: 10.1016/j.phytochem.

ÁVALOS GA y Pérez-Urria CE. 2009. Metabolismo secundario de plantas. *Reduca (Biología)*. 2(3):119-145. ISSN:1989-3620

AVELLO LORCA M, López Canales C, Gatica Valenzuela C, Bustos Concha E, Brieva Chait A, Pastene Navarrete E, Bittner Berner M. 2012. Efectos antimicrobianos de extractos de plantas chilenas de las familias *Lauraceae* y *Atherospermataceae*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 17: 73-83. ISSN 1028-4796.

BASHIR S, Erum A, Kausar R, Saleemuzma, Alamgeer UT. 2012. Antimicrobial activity of some ethno-medicinal plants used in Pakistan. *Research in Pharmacy*. 2(1): 45 - 42. DOI: 10.1186/1472-6882-11-52.

BORROTO J, Trujillo R, De La Torre YC, Waksman N, Hernández M, Salazar R. 2011. Actividad antimicrobiana y toxicidad frente a *Artemia salina* del extracto diclorometánico de raíces de *Morinda royoc* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 16: 34-42. ISSN 1028-4796.

CABRERA CE, Gómez RF y Zúñiga AE. 2007. La resistencia de bacterias a antibióticos, antisépticos y desinfectantes una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación. *Colombia Médica*. 38(2): 149-158. ISSN 1657-9534

CALA AC, Chagas ACS, Oliveira MCS, Matos AP, Borges LMF, Sousa LAD, Souza FA, Oliveira GP. 2012. *In vitro* Antihelmintic effect of *Melia azedarach* L. and *Trichilia clausenii* C. against sheep gastrointestinal nematodes. *Experimental Parasitology*. 130:98-102. DOI:10.1016/j.exppara.2011.12.011

CARMONA AJC. 2007. Efecto de la utilización de arboreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. *Revista Lasallista de Investigación*, 4: 40-50. ISSN: 1794-4449

CARVALHO CO, Chagas ACS, Cotinguiba F, Furlan M, Brito LG, Chaves CM, Stephan MP, Bizzo HR, Amarante AFT. 2012. The anthelmintic effect of plant extracts on *Haemonchus contortus* and *Strongyloides venezuelensis*. *Veterinary Parasitology*.183:260-268. DOI: 10.1016/j.vetpar.2011.07.051.

COSTA CTC, Bevilaqua CML, Camurca-Vasconcelos ALF, Maciel MV, Morais SM, Castro CMS, Braga RR, Oliveira LMB. 2008. *In vitro* ovicidal and larvicidal activity of *Azadirachta indica* extracts on *Haemonchus contortus*. *Small Ruminant Research*. 74: 284-287. DOI:10.1016/j.smallrumres.2007.09.003

CRUZ-CARRILLO A, Rodríguez N, Rodríguez CE. 2010. *In vitro* evaluation of the antibacterial effect of *Bidens pilosa*, *Lantana camara*, *Schinus molle* and *Silybum marianum*. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*. 13:117-124. ISSN 0123-4226.

DOMINGO D y López Brea M. 2003. Plantas con acción antimicrobiana. *Revista Española de Quimioterapia*. 16(4):385 - 393. ISSN-e 0214-3429.

DURAI PANDIYAN V, Ayyanar M, Ignacimuthu S. 2006. Antimicrobial activity of some ethnomedicinal plants used by Paliyar tribe from Tamil Nadu, India. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 6: 35. DOI:10.1186/1472-6882-6-35

DURMIC Z y Blache D. 2012. Bioactive plants and plant products: Effects on animal function, health and welfare. *Animal Feed Science and Technology*. 176:150-162. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2012.07.018.

EGUALE T, Tadesse D, Giday M. 2011. *In vitro* anthelmintic activity of crude extracts of five medicinal plants against egg-hatching and larval development of *Haemonchus contortus*. *Journal of Ethnopharmacology*. 137: 108-113. DOI: 10.1016/j.jep.2011.04.063.

ENCALADA MLA, López AME, Mendoza dGP, Liébano HE, Vázquez PV, Vera YG. 2008. Veterinaria México. 39(4):423-428.

EPE C y Kaminsky R. 2013. New advancement in anthelmintic drugs in veterinary medicine. *Trends in Parasitology*. 29(3): 129-134. DOI: 10.1016/j.pt.2013.01.001.

FELICE M. 2015. Control parasitario en rumiantes menores. Sitio Argentino de Producción Animal. EEA Alto Valle. INTA Ediciones.

GONZÁLEZ GR, Torres HG, López AME, Mendoza dGP. 2012. Resistance to Nematodes Parasites in Sheep. *Revista de Geografía Agrícola*. 48-49:63-74.

HERNANDEZ P, Salem AM, Elghandour MMY, Cipriano-Salazar MS, Cruz-Lagunas B, Camacho L. 2014. Anthelmintic effects of *Salix babylonica* L. and *Leucaena leucocephala* Lam. extracts in growing lambs. *Tropical Animal Health and Production*. 46:173-178. DOI: 10.1007/s11250-013-0471-7.

HOSTE H, Torres-Acosta JF, Paolini V, Aguilar-Caballero A, Etter E, Lefrileux Y, Chartier C, Broqua C. 2005. Interactions between nutrition and gastrointestinal infections with parasitic nematodes in goats. *Small Ruminant Research*. 60:141-151. DOI:10.1016/j.smallrumres.2005.06.008.

ISAZA MJH. 2007. Taninos o polifenoles vegetales. *Scientia et Technica*. 33:13-18. DOI:10.22517/23447214.5817.

KAEWPIBOON C, Lirdprapamongkol K, Srisomsap C, Winayanuwattikun P, Yongvanich T, Puwaprisirisan P, Svasti J, Assavalapsakul W. 2012. Studies of the *in vitro* cytotoxic, antioxidant, lipase inhibitory and antimicrobial activities of selected Thai medicinal plants. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 12:217-224. DOI:10.1186/1472-6882-12-217.

KAMARAJ C y Rahuman A. 2011. Efficacy of antihelmintic properties of medicinal plant extracts against *Haemonchus contortus*. *Research in Veterinary Science*. 91:400-404. DOI:10.1016/j.rvsc.2010.09.018.

KATIKI LM, Chagas ACS, Bizzo HR, Ferreira JFS, Amarante AFT. 2011. Anthelmintic activity of *Cymbopogon martini*, *Cymbopogon schoenanthus* and *Mentha piperita* essential oils evaluated in four different *in vitro* tests. *Veterinary Parasitology*. 183:103-108. DOI:10.1016/j.vetpar.2011.07.001.

LÓPEZ RUVALCABA OA, González Garduño R, Osorio Arce MM, Aranda Ibañez E, Díaz Rivera P. 2013. Cargas y especies prevalentes de nematodos gastrointestinales en

ovinos de pelo destinados al abasto. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4: 223-234. ISSN 2448-6698.

MCKELLAR QA y Jackson F. 2004. Veterinary anthelmintics: old and new. *Trends in Parasitology*. 20(10): 456-461. DOI: 10.1016/j.pt.2004.08.002.

MEDINA P, Guevara F, La O M, Ojeda N, Reyes E. 2014. Resistencia antihelmíntica en ovinos: una revisión de informes del sureste de México y alternativas disponibles para el control de nemátodos gastrointestinales. *Pastos y Forrajes*. 37(3): 257-263.

MONTES-BELMONT R. 2009. Diversidad de compuestos químicos producidos por las plantas contra hongos fitopatógenos. *Revista Mexicana de Micología*. 29:73-82. ISSN 0187-3180.

MORENO FC, Gordon IJ, Wright AD, Benvenuti MA, Saumell CA. 2010. Efecto antihelmíntico in vitro de extractos de plantas sobre larvas infectantes de nematodos gastrointestinales de rumiantes. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 42:155-163. DOI:10.4067/S0301-732X2010000300006.

ORDAZ G, D'Armas H, Yáñez D, Hernández J, Camacho A. 2010. Metabolitos secundarios, letalidad y actividad antimicrobiana de los extractos de tres corales y tres moluscos marinos de Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*. 58(2): 677-688. ISSN-0034-7744.

PELLEGRINO M, Frola I, Odierno L, Bogni C. 2011. Mastitis Bovina: Resistencia a antibióticos de cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas de leche. *Revista Electronica de Veterinaria*. 12(7):1 -14. ISSN 1695-7504.

PEREIRA CS, Vega TD, Almeida SM, Morales TG, Viera TY, Sánchez GY. 2013. Actividad antimicrobiana in vitro de *Cedrela odorata* L.(cedro). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 18(4):513-521. ISSN 1028-4796.

PÉREZ AN y Jiménez E. 2011. Producción de metabolitos secundarios de plantas mediante el cultivo in vitro. *Biotecnología Vegetal*. 11(4).195-211. ISSN 2074-8647.

PÉREZ CHJ y Robles CA. 2013. Aspectos básicos de los mecanismos de resistencia bacteriana. *Revista Médica*. 4(3):186-191. ISSN: 2007-2953.

PUGH, D. G. 2002. *Sheep and Goats Medicine*. Philadelphia, United States of America: W.B. Saunders.468 p. ISBN: 978-0-7216-9052-0.

PUIG PY, Espino HM, Leyva CV. 2011. Resistencia antimicrobiana en *Salmonella* y *E. coli* aisladas de alimentos: revisión de la literatura. *Panorama Cuba y Salud*. 6(1):30-38.

RÍOS AM, Baquero MR, Ortiz G, Ayllón T, Smit L, Rodríguez DM, Sánchez DA. 2015. *Staphylococcus* multirresistentes a los antibióticos y su importancia en medicina veterinaria. *Clínica Veterinaria de Pequeños Animales AVEPA*. 35 (3): 149-161.

SALEM AZM, Robinson PH, López S, Gohar YM, Rojo R, Tinoco JL. 2010. Sensitivity of sheep intestinal lactic acid bacteria to secondary compounds extracted from *Acacia saligna* leaves. *Animal Feed Science Technology*. 161(3-4): 85 - 93. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2010.08.003

SOTO VÁZQUEZ M, Karina SV, Alejandra SB. 2014. Secondary metabolites and *in vitro* antibacterial effect of hydroethanolic extract of the flowers of *Cantubuxifolia* Juss. ex Lam. (Polemoniaceae) "Sacred Flower of the Incas". *Arnoldoa*. 21:81-90. ISSN:1815-8242.

SRINIVASAN D, Nathan S, Suresh T, Lakshmana PP. 2001. Antimicrobial activity of certain Indian medicinal plants used in folkloric medicine. *Journal of Ethnopharmacology*. 74: 217:220. DOI: 10.1016/S0378-8741(00)00345-7.

TCHINDA CF, Voukeng IK, Beng VP, Kuete V. 2017. Antibacterial activities of the methanol extracts of *Albizia adianthifolia*, *Alchornea laxiflora*, *Laportea ovalifolia* and three other Cameroonian plants against multi-drug resistant Gram-negative bacteria. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 24:950-955. DOI:10.1016/j.sjbs.2016.01.033.

TORRES-ACOSTA JF, Alonso DMÁ, Hoste H, Sandoval CCA, Aguilar CJ. 2008. Efectos negativos y positivos del consumo de forrajes ricos en taninos en la producción de caprinos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 9:83 - 90. E-ISSN: 1870-0462

VELASCO ZME y Yamasaki MA. 2002. *Medicina Veterinaria*. Bacterias de interés Veterinario. 19(1):1-11.

Reproducción y mortalidad de razas bovinas en clima subtropical de Argentina Reproduction and mortality of breeds cattle in subtropical climate of Argentina

Juan Verdoljak¹ verdoljak.juan@inta.gob.ar, María Pereira¹ pereira.maria@inta.gob.ar, Luis Gándara¹ gandara.luis@inta.gob.ar, Fabián Acosta¹ acosta.fabian@inta.gob.ar, Carolina Fernández-López¹ fernandez.carolina@inta.gob.ar, Juan Martínez-González^{2*} jmartinez@docentes.uat.edu.mx

¹Estación Experimental Agropecuaria Corrientes-Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Corrientes, Argentina. ² Universidad Autónoma de Tamaulipas-Facultad de Ingeniería y Ciencias. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. *Autor responsable y de correspondencia: Juan Carlos Martínez González. Centro Universitario Adolfo López Mateos, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. CP. 87149.

RESUMEN

El ambiente tropical provoca bajos índices reproductivos en el ganado bovino, por lo tanto, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del ambiente sobre los índices de reproducción bovina. La investigación se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Corrientes, Argentina. Se analizaron los datos de 3,082 registros del hato; del año 1991 hasta el año 2009 de tres razas: Hereford (HR), Braford (BF) y Brahman (BH). Se evaluaron dos variables: la primera, la pérdida de los productos a partir de su diagnóstico hasta el momento del parto (DP) y la segunda, inicia del día de su nacimiento hasta su destete en 205 d (PD). Para analizar los datos se realizó un diseño completamente al azar y un análisis de correlación. Las pérdidas se observaron durante la gestación para vacas BH y BF ($P < 0.05$), la humedad relativa no presentó efecto sobre la gestación y días al destete. Hubo correlación entre la humedad y la radiación con las vacas HR y BF que no se preñaron, las vacas BH no presentaron ninguna relación.

Palabras clave: Mortalidad, bovinos, eficiencia.

ABSTRACTS

Tropical environmental climate causes low reproductive rates in cattle, so the objective of the present study was to evaluate the possible effects of the climate on the reduction of the rates of bovine reproduction. The work was carried out in the Experimental Agriculture Station (EAS) in Corrientes, Argentina, where, 3,082 bovine herd records data were analyzed from 1991 to 2009, three breeds, Hereford (HR), Braford (BF) and Brahman (BH). It was evaluated the percentage of losses from the diagnosis of gestation until the delivery (DP) and from the delivery until the weaning to the 205 d (PD). Data were analyzed by analysis of variance in a completely randomized design and with an analysis of correlation. The greater losses ($P < 0.05$) were observed during the period of gestation for them cows BH and BF, the humidity relative not presented difference ($P > 0.05$) between DP and PD. There was a correlation between the humidity and the radiation with the cows that were not in gestation (HR and BF), the cows BH not presented any relation.

Key words: Mortality, bovines, efficiency.

INTRODUCCIÓN

Los índices reproductivos en ganado bovino de regiones tropicales y subtropicales son deficientes, los porcentajes de preñez pueden ir del 45 a 55%, con intervalos de 18 meses entre partos, y generalmente el primer parto de las vacas supera los tres años (Dobson y Smith, 2000). Estos índices productivos son afectados por factores genéticos como son: la raza, problemas sanitarios, el manejo del hato y factores climáticos como es la temperatura ambiente, la humedad relativa y la radiación solar. En estas condiciones el

desempeño reproductivo de los bovinos depende de su adaptación al ambiente (Montiel y Ahuja, 2005; Córdova *et al.*, 2009).

Las vacas de raza Cebú y sus crías se adaptan mejor a los ambientes con elevadas temperaturas; además son más eficientes utilizando forrajes de baja calidad; sin olvidar que son altamente resistentes a infestaciones de parásitos externos (López *et al.*, 2004). Sin embargo, los factores de mayor impacto sobre los animales son la temperatura ambiente (Da Silva, 2006), el consumo de agua y la materia seca (Nienaber *et al.*, 2003), en animales en sistemas de pastoreo a cielo abierto (Lara *et al.*, 2014).

Hansen *et al.* (2001) encontraron que el estrés calórico (41 °C), disminuyó la proporción de embriones que llegan a la etapa de blastocitos. La susceptibilidad de los embriones al estrés calórico disminuye como avanzan en su desarrollo. Mansilla (2006) en Chile, encontró que cuando la humedad relativa superó el 60% y la temperatura ambiente los 30 °C el día de la inseminación artificial, hubo depresión en la tasa de gestación. Resultados similares mencionan Arias *et al.* (2008), quienes reportan que la humedad relativa y la temperatura ambiente afectan negativamente la actividad reproductiva.

Existen diversos factores a los que se expone el ganado y les genera estrés, afectando la liberación de prostaglandinas del tipo PGF₂α que tiene efectos luteolíticos, agravando la infertilidad. Diferentes autores, Escobar *et al.* (2005), Rivera-Suárez *et al.* (2006) y Román (2008) señalan que al aumentar la temperatura ambiente el día de la inseminación artificial, el porcentaje de concepción disminuye. Además, la humedad relativa ha sido asociada con una baja efectividad para disipar el calor por sudoración y respiración (Renaudeau, 2005; Da Silva, 2006).

El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de la raza y el ambiente sobre las pérdidas, parto y posparto, hasta el destete en terneros del norte de Argentina.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Corrientes, lugar donde se realiza el seguimiento del comportamiento productivo y reproductivo de los bovinos. La EEA del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Corrientes, Argentina, se localiza en El Sombrerito a 27° 40' 08" LS y 58° 45' 44" LW, a 63 msnm.

Para la investigación se analizaron un total de 3,082 vientres del hato bovino, desde el año 1991 hasta el 2009, de tres razas: Hereford (HE), Braford (BF) y Brahman (BH). Los animales recibieron anualmente manejo sanitario completo, basado en un calendario sanitario que la Institución INTA recomienda a los productores. Las variables evaluadas fueron el porcentaje de preñez (diagnóstico de gestación), las pérdidas desde el diagnóstico hasta el parto (DP) y el destete (PD) de los animales a los 205 días.

Durante los años indicados, en la casilla meteorológica de la EEA “Colonia Benítez” ubicada a 30 km de la unidad experimental, se registraron todos los días los datos de: temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar; durante los meses del servicio de monta a las vacas (septiembre a diciembre). Con esta información se calculó el índice de temperatura-humedad (ITH), de acuerdo a lo establecido por Ingraham *et al.* (1974) con la siguiente ecuación:

$$\text{ITH} = ((1.8 \text{ } ^\circ\text{T}) + 32) - (0.55 - (0.55 \text{ HR} / 100)) ((1.8 \text{ T}^\circ) - 26))$$

Dónde:

ITH = índice de temperatura-humedad;

T = temperatura en grado centígrados C °;

HR = humedad relativa.

La misma ecuación se utilizó para determinar el grado de estrés calórico al cual estaban sometidos los animales bajo condiciones ambientales. Los datos usados para el análisis estadístico fueron los indicados en el periodo experimental, sometidos a un análisis de varianza con un diseño completamente al azar, usando el programa INFOSTAT (2014); para determinar el efecto de raza sobre los índices de preñez y en qué momento las variables TP o PD registran mayores pérdidas. Donde se observaron diferencias estadísticas se realizó una comparación de medias con el procedimiento Tukey (P = 0.05) y para correlacionar el efecto del clima se realizó una correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pérdidas de terneros

La pérdida de terneros desde el diagnóstico de gestación hasta la parición (DP), y de la parición a los 205 días de destete (PD) en vacas Braford, Brahman y Hereford, se presentan en el Cuadro 1. No se observaron diferencias estadísticas entre las razas, pero en PD las pérdidas fueron significativas en la raza Hereford (P<0.05).

El diagnóstico de la gestación se realiza a los 42 días, usando ecografía o palpación para descartar muerte embrionaria (Sartori, 2006). Estudios realizados por Draghi *et al.* (2006) reportaron que existen muchas causas zoonóticas (*Brucella abortus*, IBR, Leptospirosis, *Campylobacter fetus*, entre otras) que producen pérdidas perinatales en el rodeo; las cuales van desde el momento de la fecundación hasta el parto. Sin embargo, estas investigaciones concluyen que en el 40 % de casos no se puede determinar la etiología de la pérdida.

	DP	PD	Pr > F
Braford	6.31a	3.78b	0.050
Brahman	7.65a	3.37b	0.012
Hereford	5.37a	5.32a	0.096

^{ab}Literal diferente indican diferencias significativas $P < 0.05$

Cuadro 1. Pérdida de terneros desde el diagnóstico de gestación hasta la parición (DP) y de la parición al a los 205 días de destete (PD) en vacas Braford, Brahman y Hereford.

De Luca (2002) presentó como causas de las pérdidas perinatales, aquellas vinculadas a la nutrición: desbalance energía - proteína, raciones hiperproteicas, hiperamonemia, etc. Además, menciona que algunas plantas tienen fitoestrógenos (fusariosis, melilotus, trifolium) y aquellas susceptibles al hongo Ergot que produce las ergotaminas (*Claviceps paspali*) causantes de pérdidas embrionarias y al estrés térmico, como las causas más comunes. Sin embargo, las pérdidas post-nacimiento se deben en su mayoría al manejo del rodeo y a las que ocurren por infecciones a través del ombligo, que derivan en problemas motrices comprometiendo la vida del ternero. De forma similar, la ingesta de calostro en las primeras horas de vida del ternero es fundamental, pues lo proveerá de defensas contra enfermedades infecciosas (Faber *et al.*, 2005; Arroyo *et al.*, 2014).

Las pérdidas por mortalidad tanto en DP como en PD en las vacas de la raza HE fueron similares. Estos resultados se pueden deber a que las razas son de clima templado y sufren en condiciones climáticas adversas de los climas tropicales. Factores de estrés ambiental como el calor y la humedad provocan baja producción de leche, hasta problemas como cáncer de ojo; sin olvidar que las vacas HE son susceptibles a los endo y ecto parásitos (Burrow *et al.*, 2004).

Porcentaje de preñez

Al analizar los índices de preñez, se observó que los porcentajes de preñez tenían una correlación con las variables climáticas en las razas HE y BR. La radiación y la humedad relativa impactan significativamente (Cuadro 2). En la raza BH no presentó ninguna correlación.

En la Figura I se observa que la mayor cantidad de vacas no preñadas coinciden con un aumento en la Radiación. Para vacas no preñadas se tuvo en cuenta a las pérdidas embrionarias tempranas (< 42 días), como posible causa de éstas, debido a que la mayoría de las muertes pre-natales ocurren durante los primeros días después de la fecundación y durante el proceso de implantación del embrión en el útero (Sartori, 2006).

Razas	Hereford	Braford	Brahman
Radiación/Radiation	46 (p = 0.047)*	53 (p = 0.020)*	25 (p = 0.303)
Humedad/Humidity	-55 (p = 0.013)*	-51 (p = 0.024)*	-24 (p = 0.314)
Temperatura/Temperature	23 (p = 0.354)	16 (p = 0.514)	21 (p = 0.381)
ITH**	35 (p = 0.145)	25 (p = 0.308)	24 (p = 0.316)
Viento/Wind	37 (p = 0.124)	38 (p = 0.108)	09 (p = 0.717)
Lluvia/Rain	-05 (p = 0.825)	-01 (p = 0.977)	-01 (p = 0.978)

*grado de significancia **Índice de temperatura-humedad

Cuadro 2. Índice de correlación entre variables climáticas y el porcentaje de vientres preñados, durante el servicio de monta natural desde el año 1991 al 2009.

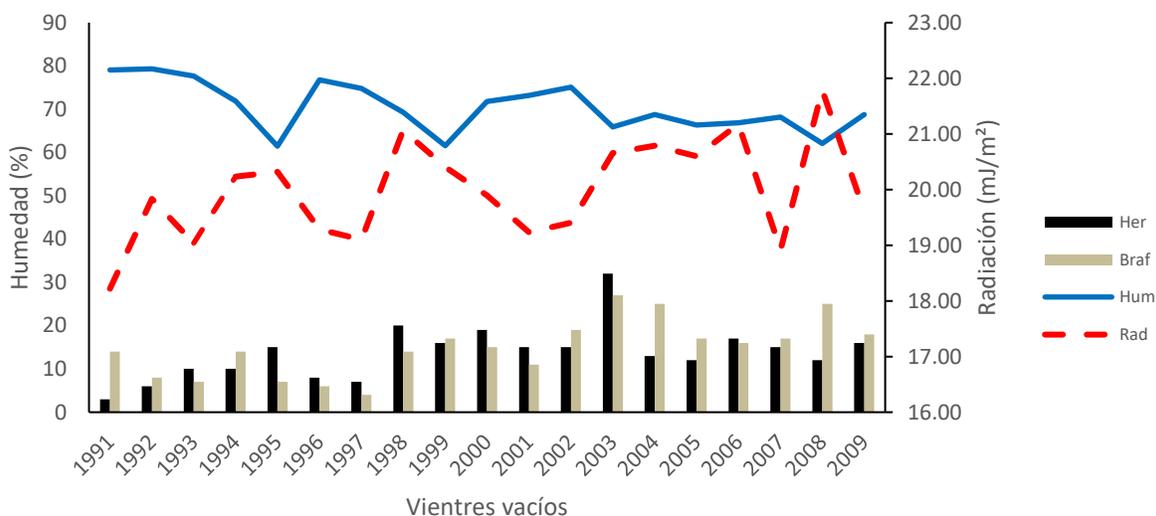


Figura I. Efectos de las variables climáticas radiación (Rad) y humedad (Hum) sobre la no preñez en las vacas Hereford (Her) y Braford (Braf), durante 19 períodos de servicios de monta natural entre los meses de septiembre a diciembre de cada año.

Uribe *et al.* (2001) determinaron que la humedad relativa y la radiación, son las principales causas de disminución en las tasas de crecimiento, fallas en la reproducción y aumento en la mortalidad embrionaria y fetal temprana. Por otro lado, se sabe que el color del pelo y la textura de la piel oscura, absorben más calor; comparadas con las claras en igualdad de condiciones ambientales (Colba *et al.*, 2002).

Al evaluar el efecto de la humedad relativa ($P < 0.05$), se encontró una relación negativa con el número de vacas vacías. El efecto directo sobre el animal puede deberse a que altas humedades impiden disipar el calor por sudoración y la respiración, provocando estrés térmico de acuerdo a los reportes de Renaudeau (2005).

Pires *et al.* (2011) señalaron que el alimento que incorpora el animal se distribuye en un orden preferencial, como es: metabolismo basal, actividad o trabajo, crecimiento, reserva

de energía básica, gestación, lactancia, reserva de energía adicional, ciclo estral e inicio de gestación; si hay un exceso se acumula como reserva de energía. Es por esto que un consumo insuficiente de energía está relacionado con un pobre desempeño reproductivo, resultando en largos periodos de anestro pos-parto y baja tasa de concepción (Granja *et al.*, 2012); incluso si el consumo energético se normaliza post-parto.

Estudios recientes comprobaron que la deficiencia nutricional durante el último tercio de gestación, interfiere en el desempeño productivo y reproductivo de sus crías; resaltando la mayor importancia de la nutrición pre-parto que la pos-parto, y puede interferir en la programación del feto y consecuentemente alterar el desempeño productivo y reproductivo de la cría (Granja *et al.*, 2012).

CONCLUSIÓN

En esta investigación se concluye que el clima en la Estación Experimental Agropecuaria ejerce un efecto sobre la mortalidad posparto en la raza Hereford. Además, que la radiación y la humedad ambiental tienen correlación con la pérdida de los vientres preñados de Hereford y Braford bajo estas condiciones ambientales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina por las facilidades prestadas para realizar esta investigación.

LITERATURA CITADA

ARIAS R, Meyer L, Sánchez C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño reproductivo del ganado bovino de carne y leche (Tesis Licenciatura). Tamuco, Chile: Univ Católica.

ARROYO AJJ, Elizondo SJA. 2014. Prevalencia de falla en la transferencia de inmunidad pasiva en terneras de lechería. *Agronomía Mesoamericana*. 25(2):279-285. <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/issue/view/1602>

BURROW HM, Prayaga KC. 2004. Correlated responses in productive and adaptive traits and temperament following selection for growth and heat resistance in tropical beef cattle. *Livestock Production Science*. 86(1-3):143-161. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livprodsci.2003.06.001>

COL BA, Kadzere CT, Murphy MR. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*. 77(1):59-91. [http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00330-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00330-X)

CÓRDOVA IA, Murillo MA, Castillo JH. 2009. Efecto de factores climáticos sobre la conducta reproductiva bovina en los trópicos. Una revisión. *Revista electrónica de Veterinaria*. 11(1):1-12. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010110/011006.pdf>

DA SILVA RG. 2006. Weather and climate and animal production. En: Update of the guide to agricultural meteorological practices. WMO-No.134. <http://www.agrometeorology.org/files-folder/repository/>

DE LUCA LJ. Aborto bovino; causas, frecuencia, etiopatogenia, inmunidad. 2002. (Consultada en 2016/09/15). http://www.produccionbovina.com/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/enfermedades_reproduccion/37-aborto_bovino.pdf

DOBSON H, Smith RF. 2000. What is stress, and how does it affect reproduction? *Animal Reproduction Science*. 60-61(1):743-752. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00080-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00080-4)

DRAGHI MG, Soni CA, Beckwith B, Zurbriggen MA, Homse AC, Rochinotti D, Rizzi CA, Alcaraz EL, Caspe SG, Ramírez JC, Pereira M, Biotti GM, Ramírez LM, Sosa CG. 2007. Estudio de las distintas causas de mortalidad perinatal en bovinos en el Nordeste Argentino. *Serie Técnica*. 40(1):1-38. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_mortalidad_perinatal_bovinos.pdf

ESCOBAR J, Huertas F. 2005. Influencias climáticas sobre la reproducción en Ganado Holstein. Medellín, Colombia. V Reunión ALPA, G-70.

FABER SN, Faber NE, McCauley TC, Ax RL. 2005. Effects of colostrum ingestion on lactational performance. *Professional Animal Science*. 21(4):420-425. [http://dx.doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31240-7](http://dx.doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31240-7)

GRANJA SYT, Ribeiro JC, Toro GD, Rivera CL, Machado M, Manrique AA. 2012. Acidosis ruminal en bovinos lecheros: implicaciones sobre la producción y la salud animal. *Revista electrónica de Veterinaria*. 13(1):1-11. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040412/041210.pdf>

HANSEN PJ, Drost M, Rivera RM, Paula-Lopes FF, Al-Katanani YM, Krininger CE, Chase CC. 2001. Adverse impact of the heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. *Theriogenology*. 55(1):91-103. [http://www.theriojournal.com/article/S0093-691X\(00\)00448-9/pdf](http://www.theriojournal.com/article/S0093-691X(00)00448-9/pdf)

INFOSTAT. 2014. Software estadístico InfoStat. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

INGRAHAM RR, Gillette D, Wagner W. 1974. Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate. *Journal of Dairy Science*. 57(4):476-481. DOI: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(74\)84917-9](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(74)84917-9)

LARA JE, Bottegal DN, Zimmerman M, Suarez AF, Ballón M, Martínez-Calsina L. 2014. Condiciones ambientales y consumo de agua en un sistema silvopastoril comparado con un sistema pastoril. *Revista Argentina de Producción Animal*. 34(Suppl 1):213-290. <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/view/5380/4996>

LÓPEZ H, Satter LD, Wiltbank MC. 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 81(3-4):209-223. doi:10.1016/j.anireprosci.2003.10.009

MANSILLA V. 2006. Estudio preliminar de algunas variables climáticas sobre la eficiencia reproductiva en vacas Holstein Friesian en la provincia de nuble (Tesis de Licenciatura). Concepción, Chile: Univ de Concepción.

MONTIEL F, Ahuja C. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Animal Reproduction Science*. 85(1-2):1-26. doi:10.1016/j.anireprosci.2003.11.001

NIENABER JA, Hahn GL, Brown-Brandl TM, Eigenberg RA. 2003. Heat stress climatic conditions and the physiological responses of cattle. 5th International Dairy Housing Proceedings of the 29-31 January Conference, Fort Worth Texas, USA. ASAE publication N° 701P0203, Pp 255-262.

PIRES AV, Ribeiro CV, Mendes CQ. 2011. Aspectos nutricionais relacionados à reprodução. Págs. 537-563 En: Berchielli TT, Pires VA, De Oliveira SM. Nutrição de ruminantes (2ª edição), Jaboticabal: FUNEP.

RENAUDEAU D. 2005. Effects of short-term exposure to high ambient temperature and relative humidity on thermoregulatory responses of European (Large White) and Caribbean (Creole) restrictively-fed growing pigs. *Animal Research*. 54(2):81-93. <https://doi.org/10.1051/animres:2005005>

RIVERA-SUAREZ F, Madrid-Buri N, González-Stagnaro C, Sandoval-Sánchez L. 2006. Efecto del índice humedad-temperatura sobre la tasa de fertilidad en vacas mestizas. *Revista Científica*. 11(1):30-34. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27440/2/articulo4.pdf>

ROMÁN PH. 2008. Efecto del estrés térmico sobre la fertilidad del Ganado bovino. Veracruz, México. P.265-288.

SARTORI R. 2006. Mortalidad Embrionaria en Bovinos Lecheros. Brazil: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. <http://www.syntexar.com/descargas/4Espanol%20Sartori-Morte%20embr.pdf>

URIBE VLF, Oba E, Brasil LHA, Souza FN, Wechsler FS. 2001. Efeitos do estresse termico nas concentracoes plasmaticas de progesterona (P₄) e estradiol 17-b (E₂) e temperatura retal em cabras da raça Pardo Alpina. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 30(2):388-393. <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n2/5479.pdf>

Evaluación de semilla de pastos cosechados en caminos y campos de cultivos Seed evaluation of harvested pastures in roads and crop fields

Rivas-Jacobo Marco^{1*} marco.rivas@uaslp.mx Sandoval-Alvarado
Juan¹ sandoval1902@hotmail.com, Herrera-Corredor Alejandra¹ alejandra.herrera@uaslp.mx,
Marín-Sánchez José¹ jose.marin@uaslp.mx, Escalera-Valente Francisco²
franescalera@hotmail.com, Loya-Olguín José² joselenin28@hotmail.com

¹Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México. ²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit. México. *Autor Responsable y de Correspondencia: Rivas-Jacobo Marco. Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Km 14.5 de la Carretera San Luis Potosí-Matehuala, Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México. Apdo. Postal 32. C.P. 78321.

RESUMEN

Se evaluó la calidad fisiológica y física de la semilla de los pastos *Sporobolus aeroides*, *Bouteloua curtipendula*, *Briza minor*, *Bromus mollis*, *Chenchrus ciliaris*, *Rhynchelytrum repens*, *Eragrostis curvula*, *Bouteloua gracilis*, *Setaria geniculata*, *Leptochloa filiformis*, *Bothriochloa perforata* y *Digitaria californica*, recolectados en Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., México, en los años 2013, 2014 y 2015. Se determinó el porcentaje de germinación (PGER), semilla muerta (SM), peso seco de plántula (PSP), altura de plántula (ALTP), pureza analítica (PA), peso de mil semillas (PMS) y peso volumétrico (PV). El mayor PGER fue para Pega Ropa 2014 con 91.7%, y la mínima en Banderita 2014 con 23.2%. Para SM Popotillo Plateado 2013 mostró el mayor porcentaje (9.5%). Para PSP el pasto Carretero 2014 presentó el mayor valor con 0.6266 g 20 pl⁻¹. Para ALTP el pasto Punta Blanca 2014 presentó el mayor valor con 15.25 mm. Para PA para el año 2013 el zacate Alcalino obtuvo un 100%, Plumilla 2013 presentó 69.66%, en 2014 el pasto Alcalino mostró un 100% y Buffel el más bajo con un 65%. Para PV el Alcalino 2015 mostró el mayor valor con 64.32 kg hl⁻¹. Se concluye que la evaluación de las semillas mostró variabilidad en calidad.

Palabras clave: pastos nativos, germinación, plántula, pureza, peso.

ABSTRACT

The physiological and physical quality of the grass seed *Sporobolus aeroides*, *Bouteloua curtipendula*, *Briza minor*, *Bromus mollis*, *Chenchrus ciliaris*, *Rhynchelytrum repens*, *Eragrostis curvula*, *Bouteloua gracilis*, *Setaria geniculata*, *Leptochloa filiformis*, *Bothriochloa perforata* y *Digitaria californica* collected in Soledad de Graciano Sánchez, SLP in the years 2013, 2014 and 2015. The percentage of germination (PGER), dead seed (DS), seedling dry weight (SDW), seedling height (SH), analytical purity (AP), thousand seed weight (TSW) and volumetric weight (VW) were evaluated. The largest PGER was for Pega Ropa 2014 with 91.7%, and the minimum in Banderita 2014 with 23.2%. For DS Popotillo Plateado 2013 showed the highest percentage (9.5%). For SDW, Carretero grass 2014 presented the highest value with 0.6266 g for 20 seedlings. For SH, Punta Blanca grass 2014 presented the highest value with 15.25 mm. For AP for the year 2013 the Alcalino grass obtained a 100%, Plumilla 2013 presented 69.66%, in 2014 the Alcalino grass showed 100% and Buffel the lowest with 65%. For VW the Alcalino 2015 showed the highest value with 64.32 kg hl⁻¹. It is concluded that the evaluation of the seeds showed variability in quality.

Key words: native pastures, germination, seedling, purity, weight.

INTRODUCCIÓN

La demanda de semilla en México, está en función directa del potencial de producción, el cual está determinado por su calidad genética, física, fisiológica y sanitaria, así como por su daño mecánico. Es bien conocido que en el comercio existen pocas variedades mejoradas y en muy alto grado especies nativas, que se producen aplicando poca tecnología moderna y/o tradicional-artesanal, así como cosechas de plantas que crecen en los caminos, en terrenos de cultivos o abandonados. Sin embargo, debido a que la comercialización de semillas de especies forrajeras a nivel local es a granel, o en envases rústicos y de origen desconocido, y los estándares de calidad se desconocen, lo cual es de suma importancia debido a que es necesario conocer los factores favorables o desfavorables de la producción que ocurrieron durante la formación y desarrollo de la semilla a nivel campo, lo que repercute en semillas de mala calidad que no aseguran buenos establecimientos de las praderas y pastizales al tener baja germinación y poca emergencia de plántulas. Una alta densidad de pastos en las praderas y pastizales representa la mejor oportunidad para incrementar rápidamente la cobertura de plantas en los ranchos ganaderos de zonas áridas y semiáridas con alta proporción de suelo expuesto a erosión y sin cobertura vegetal.

Una mayor densidad de pastos ofrece la oportunidad de incrementar la cosecha de sol y lluvia, lo que constituye la base de una alta rentabilidad en los sistemas de producción en condiciones de pastoreo, al mismo tiempo que permite conservar la estabilidad ecológica de los ecosistemas áridos. Los pastos no son especies domesticadas y la baja germinación es una característica de las gramíneas de pastizal, la cual reduce la efectividad de sembrar praderas de gramíneas de temporal. La semilla comercial de pastos no se considera únicamente a la carióspside o a la semilla botánica; también incluye diversos tipos de brácteas accesorias de la carióspside, como gluma, palea y ramas modificadas (Hanna y Anderson, 2008). La semilla de los pastos no germina totalmente en condiciones óptimas de humedad y temperatura. Lo anterior ocurre debido a que estas especies no han sido domesticadas y difieren en cuanto a tiempo de germinación. A través de 60 millones de años de historia, los pastos han evolucionado de acuerdo a diversos factores y debido a esto su capacidad germinativa se distribuye en un periodo de tiempo lo que les permite persistir como especie. Es importante cuidar la calidad de semillas que se va a utilizar para hacerles pruebas de germinación y vigor (Enríquez *et al.*, 2011). Las causas más comunes de latencia son la presencia de una envoltura de la semilla impermeable al oxígeno y al agua, inmadurez del embrión y la presencia de inhibidores que impiden o controlan la germinación. Los efectos en la germinación son variables y considerables variaciones son observadas entre especies, eco tipos, sitios y años de cosecha (Tian *et al.*, 2002). También es importante manejar adecuadamente la semilla antes de almacenarla para obtener buena calidad. La limpia de la semilla consiste en retirar de ésta todas las partes de planta indeseables como: hojas secas, tallos y

espigas inmaduras. Para esto se pueden utilizar cribas de diferentes calibres en cm², a través de las cuales se hace pasar la semilla y permiten la separación de partículas en función de su tamaño (Antón, *et al.*, 2005). Una vez cosechada la semilla, se pone a secar a la sombra hasta lograr bajar su contenido de humedad al rango de 10 a 14%. Este se puede estimar con un aparato específico de humedad de semilla. Para lo anterior, el secado deberá llevarse a cabo en un área donde pueda maniobrarse con facilidad, de preferencia en piso de cemento y liso. En este, la semilla se extiende en capas no mayores de 10 cm, las cuales deberán voltearse cada 20 min utilizando una horquilla o palas, para que sea uniforme; ya que la humedad junto con la temperatura, son los factores que más influyen sobre la conservación de las semillas durante el almacenamiento (Durán y Retamal, 1996).

La semilla seca se coloca en costales y se almacena por un período de seis meses antes de su siembra, en un lugar seco y fresco, preferentemente con extractores de aire y bien aireado donde la temperatura media no exceda los 30° C. Es importante colocar los sacos con la semilla sobre tarimas de madera para evitar el contacto directo con la humedad del piso la cual puede afectarla. Si se almacena con humedad mayor al 14%, esto traerá como consecuencia la muerte de la semilla por calentamiento y presencia de hongos. Es aconsejable que las semillas pueden almacenarse en forma de capas delgadas, bien ventiladas, protegidas contra pájaros y roedores, y cubierta de las lluvias (Doria, 2010). Por todo lo anterior se planteó evaluar la calidad física y fisiológica de la semilla de pastos nativos e introducidos cosechada en los caminos y zonas de cultivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), ubicada en las coordenadas geográficas a 22° 12' Latitud Norte y 100° 51' Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich a 1835 m.s.n.m. La clasificación del clima según Köppen corresponde a la fórmula BS kw" (w) (i'), que equivale a un clima seco estepario frío, con temperaturas medias anuales de 18°C siendo 7.5°C la mínima y 35°C la máxima, con los meses más calurosos durante mayo, junio y julio, presentando heladas desde principios de octubre hasta principios de abril. La precipitación anual es de 350 mm.

Se utilizaron 12 especies de pastos forrajeros recolectados en el estado de San Luis Potosí en los años 2013, 2014 y 2015, por lo que no se sabe sus estándares de calidad. Las especies estudiadas fueron: Alcalino, Banderita, Briza, Bromus, Buffel, Carretero, Llorón, Navajita, Pega Ropa, Plumilla, Popotillo Plateado y Punta Blanca, los cuales fueron considerados como los tratamientos (Cuadro 1).

Nombre común	Nombre científico	Año de colecta
Alcalino	<i>Sporobolus aeroides</i>	2013, 2014, 2015
Banderita	<i>Bouteloua curtipendula</i>	2014
Briza	<i>Briza minor</i>	2013, 2014, 2015
Bromus	<i>Bromus mollis</i>	2015
Buffel	<i>Chenchrus ciliaris</i>	2013, 2014, 2015
Carretero	<i>Rhynchelytrum repens</i>	2014
Llorón	<i>Eragrostis curvula</i>	2013, 2015
Navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>	2013
Pega ropa	<i>Setaria geniculata</i>	2014
Plumilla	<i>Leptochloa filiformis</i>	2013
Popotillo plateado	<i>Bothriochloa perforata</i>	2013
Punta blanca	<i>Digitaria californica</i>	2013, 2014

Cuadro 1. Relación de genotipos de pastos recolectados y evaluados.

Evaluación de la calidad física

Análisis de pureza (AP). De la muestra de 0.5 kg se tomó una submuestra en forma aleatoria para el análisis de pureza. Se determinó el peso en gramos utilizando con aproximación de décimas la fracción de semilla pura y materia inerte; así mismo se contabilizaron las semillas de otras especies contenidas en la muestra, según lo describe la ISTA (2013). La submuestra de cada variedad fueron de, Alcalino 1.0 g, Banderita 6.0 gr, Briza 3.0 g, Bromus 10 g, Buffel 9.0 g, Carretero 6.0 g, Llorón 3.0 g, Navajita 6.0 g, Pega ropa 9.0 g, Plumilla 9.0 g, Popotillo plateado 9.0 g y Punta blanca 9.0 g.

Peso de mil semillas (PMS). Utilizando la semilla pura, se contaron 8 repeticiones de 100 semillas de cada tratamiento, y se pesaron en una balanza digital Modelo BJ2200C, marca PRECISA, con precisión de 0.01 g. Se calculó la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación, de la siguiente manera:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n} \right]$$

Donde:

S^2 = varianza

X_i = peso en gramos de cada repetición de 100 semillas

n = número de repeticiones (8)

$\sum_{i=1}^n$ = Sumatoria; $i=1, \dots, n$

$$C.V. = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

Dónde:

C.V. = Coeficiente de variación (%)

$\frac{S}{\bar{X}}$ = Media aritmética del peso de cien semillas

S = Desviación estándar

Como el C.V. fue menor del 6%, se calculó el peso de 1000 semillas multiplicando la media de cada tratamiento por 10 (Moreno, 1996).

Peso volumétrico (PV). Se obtuvo en tres repeticiones de la muestra de trabajo y de la fracción de semilla pura. El PV se calculó dividiendo el peso de 3 g de semilla entre el volumen en ml ocupado por esta cantidad y multiplicando por 100. Para medir el volumen se utilizó una probeta graduada de 50 ml.

Porcentaje de humedad (PHUM). Dos repeticiones de 10 g de semilla pura se secaron en la estufa a 70°C durante 72 horas, y se determinó el promedio del porcentaje de humedad en base húmeda, utilizando la siguiente expresión:

$$PHUM = \frac{PESO\ INICIAL - PESO\ FINAL}{PESO\ INICIAL} \times 100$$

Evaluación de la calidad fisiológica

Porcentaje de Germinación (PG). La calidad fisiológica en el laboratorio se determinó con la prueba de germinación estándar. Siguiendo las indicaciones de la ISTA (2013), de cada tratamiento se establecieron 4 repeticiones de 100 semillas, y se dejaron durante 28 días a 22°C en cámara germinadora. Las semillas de cada repetición se distribuyeron en cajas de Petri estériles, con una toalla de papel como substrato, la cual se humedeció con agua destilada, y se distribuyeron en el interior de la cámara germinadora con base a la respectiva aleatorización. A los 7 días después de inicio de la prueba se midió el porcentaje de germinación inicial (PG1) y a los 28 días de iniciada la prueba se midió el porcentaje de germinación final (PG2).

Peso seco de plántula (PSP). Esta variable se determinó al pesar con una balanza digital marca PRECISA modelo BJ2200 con precisión de 0.01 g a 20 plántulas normales, después de secarlas en la estufa durante 72 horas a 70°C.

Vigor. Se determinó en escala de 1 al 5, donde el 1 corresponde al mayor vigor y 4 al menor vigor observando las plántulas físicamente a los 28 días de emergencia en su caja de Petri.

Se realizó el análisis de varianza univariado (ANOVA). Las variables significativas se sometieron a la prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$), mediante el paquete SAS (SAS, 2004). Se realizó un diseño completamente al azar con 4 repeticiones para la evaluación de la calidad fisiológica de la semilla en condiciones de laboratorio, tres repeticiones para las pruebas de peso volumétrico y contenido de humedad, ocho para la determinación del peso de 1000 semillas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se apreciaron diferentes valores en los porcentajes de pureza para cada una de las diferentes especies evaluadas (Cuadro 2). Se muestra que en las semillas recolectadas en el año 2013 se obtuvo un porcentaje de 100% en el pasto Alcalino, mientras que la semilla de pasto Plumilla presentó porcentajes de 69.66%. En lo que respecta al año 2014 la semilla del pasto alcalino mostró un 100% de pureza y el porcentaje más bajo en este año fue para la semilla del pasto Buffel con un 65% y para el año 2015 la semilla que presentó el mayor porcentaje de pureza fue del pasto briza, siendo la del pasto Llorón la más baja en este parámetro. Los genotipos que mostraron el 100% andan por arriba de la regla del SNICS al superar el 98% de pureza, valor que marca la Ley de Certificación de Semillas del SNICS (2014) como mínimo y que son consideradas para la certificación de semillas en México para otras especies forrajeras. En cambio las otras especies evaluadas, no cumplieron con este requisito, por lo cual, no deberían comercializarse considerando este parámetro, en cambio es posible observar que las casas comerciales en México si las comercializan, poniendo en riesgo los establecimientos de cultivos forrajeros por parte de productores, lo que se verá reflejado en una pérdida de dinero por uso de semillas con una alta y considerable cantidad de impurezas.

Tratamiento	2013	2014	2015
Alcalino	100.0	100.0	92.0
Banderita		96.2	
Briza	99.7	87.0	95.3
Bromus			91.7
Buffel	71.3	65.0	66.2
Carretero		70.33	
Llorón	27.3		55
Navajita	73.3		
Pega ropa		99.3	
Plumilla	69.7		
Popotillo plateado	69.7		
Punta blanca		90.8	91.2

Cuadro 2. Porcentaje de pureza en semillas de 12 pastos forrajeros. Soledad de Graciano Sánchez S.L.P. 2014 y 2015.

Dentro de la variable PV se observa que existe diferencia significativa entre los genotipos (Cuadro 3), resultando que el genotipo alcalino recolectado en el año 2015 mostró el mayor PV con 64.32 kg hl⁻¹, mientras que el pasto Buffel del año 2014 presentó el porcentaje más bajo de los genotipos estudiados con un resultado de 16.21 kg hl⁻¹. Esto puede deberse a exposición de la semilla a factores climáticos adversos, así como a que las semillas fueron estudiadas completas, con todas sus estructuras botánicas como son las glumas.

En lo que refiere al PMS, el análisis arroja diferencias significativas (Cuadro 3), lo que indica que el peso de las semillas varía entre genotipos, la semilla que mostró el mayor tamaño fue la del pasto carretero con 0.7071 g/mil semillas, lo cual demuestra la variación del PMS dentro de lotes de semilla de la misma especie, que puede deberse a diversos factores como momento de cosecha, nutrición de la planta, competencia entre plantas y efectos del medio como heladas y sequía. En base a esto es de suma importancia adquirir semillas que presenten tamaños uniformes, para asegurar mejores pesos y probablemente obtener mejores producciones, tal como menciona Gun (1972), en el sentido de que las semillas de bajo peso representan un problema y afecta adversamente los estándares de producción. Los valores mostrados en este trabajo fueron menores a los obtenidos por Carrillo *et al.* (2009), quienes obtuvieron 956 semillas/g para banderita, 1345 semillas/g para navajita y para el pasto llorón 2165 semillas/g.

En la variable ALTP se observaron diferencias significativas entre los genotipos (Cuadro 3), donde el genotipo con mayor valor de altura fue el pasto punta blanca, seguido del pasto banderita con 12.0 mm. La altura de la planta es una evidencia del potencial de crecimiento de las plántulas lo que confiere cierta seguridad y mejor establecimiento de praderas.

El PSP presentó diferencias significativas entre los genotipos (Cuadro 3), siendo el pasto carretero el que presentó el mayor valor con 0.566 g para 20 plántulas. El menor valor lo presentó el genotipo briza 2014 con 0.233 g. Por lo general las plántulas de las semillas de mayor tamaño presentan el mayor peso seco, posiblemente debido a un mayor contenido de sustancias de reserva, produciendo así plantas más vigorosas. El PSP es de gran importancia, ya que al observar que variedades presentan los mayores, hace suponer que estas son de mejor vigor y se puede decidir con mayor eficacia cual utilizar, a fin de asegurar mejores establecimientos en el campo.

En cuanto a vigor, los datos muestran que se presentaron diferencias significativas entre genotipos (Cuadro 3), donde el zacate Punta Blanca, Plumilla, Pega Ropa, Navajita y Llorón mostraron el mayor vigor de plántula, que correspondió al mayor peso seco de plántula, lo que pone de evidencia que el PSP es determinante para un buen y rápido crecimiento de las plántulas, que seguramente será determinante en el establecimiento en campo. Por lo que se sugiere que en próximas investigaciones se realicen estudios más amplios sobre el tema y el establecimiento en campo y realizar correlaciones para determinar esta asociación.

GENOTIPO	PVOL (Kg hl ⁻¹)	PMS (g)	ALTP (mm)	PSP (g)	VIGOR
Alcalino 2014	64.32 a	0.612 ef	11.25 bc	0.3166 de	2.00 c
Alcalino 2015	65.23 a	0.605 f	7.50 def	0.3900 bcde	2.00 c
Banderita 2014	31.03 cd	0.682 d	12.0 b	0.3633 cde	2.00 c
Briza 2013	28.57 e	0.591 f	11.75 b	0.2366 e	2.00 c
Briza 2014	28.84 de	0.571 f	7.25 defg	0.2333 e	3.00 b
Briza 2015	28.48 e	0.601 f	6.75 efgh	0.3133 de	3.00 b
Bromus 2015	18.10 gh	0.982 a	5.75 efghi	0.5333 abc	3.00 b
Buffel 2013	16.30 h	0.767 c	10.25bcd	0.5700 ab	3.00 b
Buffel 2014	16.21 h	0.873 b	8.25 cde	0.6066 a	3.00 b
Carretero 2014	16.27 h	0.771 c	7.50 def	0.6266 a	3.00 b
Llorón 2013	20.92 f	0.582 f	3.50 i	0.5100 abcd	4.00 a
Llorón 2015	36.14 b	0.665 d	4.00 ghi	0.6133 a	4.00 a
Navajita 2013	31.91 c	0.612 ef	4.75 fghi	0.6133 a	4.00 a
Pega ropa 2014	31.26 c	0.676 d	4.25 ghi	0.6066 a	4.00 a
Plumilla 2013	64.32 a	0.622 de	5.50 efghi	0.5966 a	4.00 a
Popotillo plateado 2013	19.52 fg	0.751 d	3.50 i	0.5166 abc	4.00 a
Punta blanca 2013	18.12 gh	0.688 d	13.25 ab	0.3666 cde	2.00 c
Punta blanca 2014	17.27 gh	0.682 d	15.25	0.3766 bcde	2.00 c
Media	30.036	.7250	7.9027	0.4661	3.17
DMS	2.3212	.0472	3.016	0.1995	0

Medias con la misma letra a,b,c por columna son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$) PVOL=peso volumétrico. PMS= peso de mil semillas, PSP=peso seco de la plántula.

Cuadro 3. Análisis de medias de variables de la calidad física de semillas de doce especies forrajeras. Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. 2015.

Dentro del PG1, se muestra que hubo diferencias significativas entre los genotipos (Cuadro 4), donde el mayor valor se presentó en el genotipo Punta Blanca 2013, mientras que el genotipo Navajita 2013 mostró el menor porcentaje quedando muy por debajo de los tratamientos comparados. La mala emergencia se debe a factores como la incapacidad de la semilla inviable para germinar (Ellis y Roberts, 1983). Pill y Necker (2001) señalan que es posible mejorar la viabilidad de las semillas con tratamientos de acondicionamiento hídrico, ya que éstas germinaron más rápido que las semillas no tratadas en cualquier temperatura de germinación, aunque el porcentaje de germinación no se incrementó.

En lo que se refiere al PG2, se determinó que existen diferencias significativas (Cuadro 4), donde el mayor porcentaje de germinación al segundo conteo se presentó en el tratamiento que corresponde al genotipo Pega Ropa 2014, mientras que el genotipo

GENOTIPO	PG1	PG2	SEMILLA DURA	SEMILLA MUERTA
Alcalino 2014	30.0 cde	35.7 f	57.2 c	7.0 abcdef
Alcalino 2015	17.0 ef	26.2 g	68.0 a	5.7 abcdef
Banderita 2014	17.0 ef	23.2 g	70.2 b	6.7 abcdef
Briza 2013	15.2 f	63.2 de	28.2 def	8.5 abcd
Briza 2014	21.7def	68.7 cd	23.2 efg	8.0 abcde
Briza 2015	33.7 cd	79.5 bc	17.5 gh	3.0 ef
Bromus 2015	47.2 b	74.2 cd	21.7 efg	4.0 cdef
Buffel 2013	22.2 def	67.2 d	29.7 de	3.0 ef
Buffel 2014	19.5 ef	68.5 cd	26.2 defg	5.0 abcdef
Carretero 2014	18.2 ef	72.0 cd	23.0 efg	5.0 abcdef
Lloron 2013	18.2 ef	71.7 cd	24.0 efg	4.2 bcdef
Lloron 2015	15.2 f	87.2 ab	9.5 hi	3.2 def
Navajita 2013	14.50 f	89.00 ab	8.50 hi	2.50 f
Pega ropa 2014	18.50 ef	91.75 a	5.25 i	3.00 ef
Plumilla 2013	36.25 bc	79.25 bc	18.25 fgh	2.50 f
Popotillo plateado 2013	16.50 f	38.50 f	52.00 c	9.50 ab
Punta blanca 2013	72.25 a	65.75 de	28.75 def	5.50 abcdef
Punta blanca 2014	14.0 fg	54.50 e	36.50 d	9.00 abc
Media	24.86	63.36	31.07	5.55
DMS	13.26	11.26	10.60	5.36

Medias con la misma letra vertical son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$), PG1= porcentaje de germinación al primer conteo a los 7 días; PG2= Porcentaje de germinación final 28 días.

Cuadro 4. Evaluación de variables de calidad fisiológica de semillas de doce pastos forrajeros. Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. 2015.

que presentó el menor valor fue el pasto Banderita. De acuerdo a los resultados se puede observar que existe gran variabilidad en la germinación de semillas de los diferentes genotipos de pastos y en sus años de colecta, tal y como lo observó Sáenz-Flores *et al.*, (2015), quienes al evaluar semillas de diferentes genotipos con diferentes niveles de fertilización observaron valores que van desde 6.5 a 96.5 % de germinación. En cambio, Carrillo *et al.* (2009), observaron una menor germinación para Banderita con 60%, para Navajita 68% y para Llorón 67%.

Respecto a la SM se encontraron diferencias significativas (Cuadro 4), donde el genotipo popotillo plateado mostró el mayor valor y el menor porcentaje lo muestra el genotipo Plumilla. Las causas de la baja germinación según la FAO (1985), puede ser: semillas viejas, condiciones desfavorables para la germinación, semilla dañada, semilla dura, contaminación. En cuanto a SD, existen diferencias significativas (Cuadro 4), donde el mayor porcentaje de semilla dura lo presenta el genotipo Banderita, y presentando el menor resultado el genotipo pega ropa. Bond *et al.* (1999), sugieren que se debe tener en cuenta la capacidad de las semillas para emerger y germinar a través de las diferentes profundidades del suelo, semillas pequeñas carecen de capacidad hidráulica para germinar y emerger. Las semillas de mala calidad constituyen siempre una mala inversión y, a largo plazo, pueden resultar mucho más caras que las semillas de precio más elevado, de pureza y germinación conocidas (McILROY, 1973). Los factores que afectan la germinación y el vigor son la edad, las condiciones de almacenamiento, las

enfermedades, el periodo latente, las semillas duras y las anormales. Hay otros factores que pueden afectar los estándares de calidad de la semilla como los que menciona Bertín (2009) al usar diferentes dosis de nitrógeno, quien observó que la pureza física de la semilla se incrementa con la fertilización nitrogenada.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones de laboratorio, la evaluación de las semillas de los genotipos estudiados mostró variabilidad en calidad de semillas entre genotipos. Los genotipos con mayor calidad con respecto a la pureza fueron Alcalino, Banderita, Briza, Pega ropa y Punta blanca y que pudieran ser objeto de certificación. Los genotipos con mayor porcentaje de germinación en el segundo conteo y final fueron Pega ropa, navajita y llorón, y que pudieran ser objeto de certificación. Se muestra una relación directa entre el porcentaje de pureza y germinación, así como en porcentaje de humedad y germinación.

LITERATURA CITADA

ANTÓN IMN, Hernanz A., Soblechero E, Durán AJM, Jiménez C. 2005. Las Normas ISTA. Análisis de Pureza. *Agricultura*. 879: 814-817. ISSN 0002-1334.

BERTÍN MJT. 2009 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea. *Revista Técnica Pecuaria de México*. 47 (1). Pp. 69-78. ISSN: 0040-1889.

BOND WJ, Honig M, Maze KE. 1999. Seed size and seeding emergence: an allometric relationship and ecological implications. *Oecología*. 120(1):132-136. https://www.jstor.org/stable/4222367?seq=1#page_scan_tab_contents

CARRILO SSM, Arredondo MT, Huber-Sannwald E, Flores RJ. 2009. Comparación en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas entre gramíneas nativas y exóticas del pastizal semiárido. *Téc Pecu Méx*. 47(3):299-312. ISSN: 0040-1889.

DORIAN J. 2010. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*. 31(1):74-85. ISSN 0258-5936

DURÁN AJM, Retamal PN. 1996. ¿Qué entendemos por calidad en un lote de semillas? *Agricultura*. 763: 129-133. ISSN 0002-1334.

ELLIS RH, Roberts H. 1983. Hacia una base racional para evaluar calidad de la semilla. *In: producción moderna de semillas*. Vol. II. Hebblethwaite P. D. (ed.). Editorial Agropecuaria, Hemisferio sur. Montevideo, Uruguay. 138-156. Pp. ISBN: 978-0-408-10621-4.

ENRÍQUEZ QJF, Meléndez NF, Bolaños AED, Esqueda EVA. 2011. Producción y manejo de forrajes tropicales. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo

Experimental La posta. INIFAP-SAGARPA. Medellín de Bravo, Ver. 405 p. ISBN: 978-607-425-734-2.

FAO. 1985. Procesamiento de semillas de cereales y leguminosas de grano. Colección FAO: Producción y protección vegetal No 21. Roma Italia. 173 p. ISBN: 92-5-300980-2.

GUN CR. 1972. Seed Characteristics. *In*: Hanson, C. H. (ed). Alfalfa science and technology. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA. 677- 686 Pp. ISBN: 0-89118-016-8.

HANNA WW, Anderson WF. 2008. Development and impact of vegetative propagation in forage and turf Bermudagrasses. *Agronomy J.* 100(3):S-103-S-107. doi:10.2134/agronj2006.0302c.

ISTA. 2013. Handbook on Seedling Evaluation/ International Seed Testing Association. International rules for seed testing. Zurich, Switzerland. ISBN 978-3-906549-74-3.

McILROY RJ. 1973. Introducción al cultivo de pastos tropicales. Editorial LIMUSA. México. 168 p. ISBN: 9681803094.

MORENO ME. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de biología. UNAM. México, DF. 393 p. ISBN: 9789683657787.

PILL WG, Necker AD. 2001. The effects of seed treatments on germination and establishment of Kentucky blue grass (*Poa pratensis* L.). *International Seed Sci and Technology.* 29:65-72.

https://www.researchgate.net/publication/280883172_The_effects_of_seed_treatments_on_germination_and_establishment_of_Kentucky_bluegrass_Poa_pratensis_L

SÁENS-FLORES E, Saucedo-Terán RA, Morales-Nieto CR, Jurado-Guerra P, Lara-Macías CR, Melgoza-Castillo A, Ortega-Gutierrez JA. 2015. Producción y calidad de semilla de pastos forrajeros como respuesta a la fertilización en Aldama, Chihuahua. *Tecnociencia Chihuahua.* 9 (2): 111- 119. ISSN: 1870-6606.

SAS. 2004. Institute Inc. SAS/STAT® 9.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. 5121 p. ISBN 1-59047-243-8.

SNICS. 2014. Regla para la calificación de semilla de mijo [*Pennisetum glaucum* L. (R. Br.)]. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas-SAGARPA. México, D. F. 19 p. [En línea] Consultada el 20/02/2017 de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/172413/Mijo.pdf>.

TIAN X, Knapp AD, Moore KJ, Brummer EC, Bailey TB. 2002. Cupule removal and caryopsis scarification improves germination of Easter Gamagrass. *Crop Sci.* 42:185-189 pp. doi:10.2135/cropsci2002.1850.

Identificación de los principales parásitos gastrointestinales en burros del Valle de Tulancingo

Identification of main gastrointestinal parasites in donkeys of Tulancingo Valley

Rivero-Perez Nallely* oiz372003@hotmail.com, Zaragoza-Bastida Adrian adrianzb1982@hotmail.com, Vega-Sánchez Vicente vicentevgsa@yahoo.com.mx, Olave-Leyva Ignacio jose_olave6083@uaemex.edu.mx, Vega-Angeles Jesús jevean2004@gmail.com, Peña-Jiménez Francisco** fjpenj@hotmail.com

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Tulancingo de Bravo, Hidalgo. Mexico. *Autor responsable: Rivero-Perez Nallely. **Autor de correspondencia: Peña-Jiménez Francisco. Rancho Universitario. Av. Universidad Km. 1. Ex Hacienda Aquetzalpa, Apartado Postal No. 32, Tulancingo de Bravo, Hidalgo. México.

RESUMEN

Los burros (*Equus africanus asinus*) al igual que el resto de las especies animales, son susceptibles a la infestación por ecto y endoparásitos, las investigaciones con respecto a las parasitosis que afectan a esta especie son muy escasas y se asume que la signología, patogenia, tratamiento y control, son similares a los observados en los caballos. El objetivo de la presente investigación fue identificar las principales especies de parásitos gastrointestinales en burros del Valle de Tulancingo. Se utilizaron 11 burros con una edad promedio de dos años, los cuales fueron manejados de acuerdo a las normas bioéticas internacionales. Se colectaron muestras de heces, las muestras fueron procesadas para observar la morfología de los huevos de parásitos gastrointestinales, así como la cuantificación de los mismos por medio de la técnica de flotación y Mc Master respectivamente. El 100% de los burros presentaron huevos de parásitos gastrointestinales, el 91% (10/11) de los animales estudiados presentaron *Trichostrongylus* spp, el 64% (7/11) presentó *Strongylus* ssp, el 36% (4/11) *Trichonema* spp, el 27% (3/11) *Parascaris equorum*, *Strongyloide westeri*, el 9% (1/11) *Anaplocephala* spp y *Oxyuris equi*. Se determinó que *Trichostrongylus* spp, es el parásito gastrointestinal predominante en burros del Valle de Tulancingo.

Palabras clave: *Equus africanus asinus*, *Oxyurus eqqi*, *Parascaris equorum*, *Strongyloides*, *Trichonema*, *Strongylus*.

ABSTRACT

The donkeys (*Equus africanus asinus*), like the rest of the animal species, are susceptible to infestation by ecto and endoparasites, the investigations with respect to parasitosis that affect this species are very scarce and it is assumed that symptoms, pathogeny, treatment, and control, are similar to those observed in horses. The aim of the present investigation was to identify the main species of gastrointestinal parasites in donkeys of Tulancingo Valley. Eleven donkeys with an average age of two years were used which were managed according to international bioethical standards. Feces were collected and processed to observe the eggs morphology of gastrointestinal parasites and quantification the eggs by flotation and Mc Master techniques respectively. The 100% of donkeys presented eggs of gastrointestinal parasites, 91% (10/11) presented *Trichostrongylus* spp, 64% (7/11) *Strongylus* spp, 36% (4/11) *Trichonema* spp, 27% (3/11) *Parascaris equorum*, *Strongyloide westeri*, 9% (1/11) *Anaplocephala* spp and *Oxyuris equi*. It was determined that *Trichostrongylus* spp, is the main gastrointestinal parasite in donkeys of Tulancingo Valley.

Keywords: *Equus africanus asinus*, *Oxyurus eqqi*, *Parascaris equorum*, *Strongyloides*, *Trichonema*, *Strongylus*.

INTRODUCCIÓN

Los burros (*Equus africanus asinus*) al igual que el resto de las especies animales, son susceptibles a la infestación por ecto y endoparásitos, las investigaciones con respecto a las parasitosis que afectan a esta especie son muy escasas y se asume que la signología, patogenia, tratamiento y control, son muy similares a los observados en los caballos (Svendsen *et al.*, 1997).

Dentro de los endoparásitos que pueden afectar a los burros se encuentran los helmintos gastrointestinales, vermes pulmonares y platelmintos o fasciolas, siendo los helmintos gastrointestinales, los más frecuentes; los cuales provocan diferentes manifestaciones clínicas que van desde diarrea hasta anemia e incluso la muerte. La severidad de la signología dependerá de la edad, estado nutricional y resistencia del burro, así como del parásito involucrado y el grado de infestación (Svendsen *et al.*, 1997, Matthews J. B, 2014).

Los helmintos gastrointestinales que afectan con mayor frecuencia a los burros son: los ascáridos (*Parascaris equorum*), nematodos grandes (*Strongylus* spp), nematodos pequeños (*Trichonema* spp), parásito de espiga (*Oxyurus equi*) y el parásito de hilo (*Strongyloides*), siendo las nematodiasis las más difíciles de tratar por el grado de resistencia que existe a los antihelmínticos (Svendsen *et al.*, 1997, Matthews, 2014).

El diagnóstico de las parasitosis gastrointestinales causadas por los diferentes tipos de nematodos gastrointestinales, se realiza mediante exámenes coproparasitoscópicos, los cuales consisten en observar la presencia y morfología de larvas y huevos, así como la cuantificación de estos últimos para determinar la carga parasitaria. Dependiendo de la especie carga parasitaria es posible determinar si es pertinente o no realizar una desparasitación, la presencia de 50 a 450 huevos por gramo de heces (HGH) se considera una carga baja por lo que no se requiere de un tratamiento farmacológico, sin embargo, la presencia de más de 1000 HGH se considera una carga alta, por lo cual se requerirá de la implementación de un programa de desparasitación (Svendsen *et al.*, 1997).

Además de los análisis coproparasitoscópicos es importante considerar que para tener un diagnóstico certero con respecto a las parasitosis es necesario conjuntarlos con signos clínicos (pérdida de peso, letargia, depresión, diarrea, en casos severos presencia de cólicos y fiebre) y pruebas complementarias como hemograma y bioquímica sanguínea (Svendsen *et al.*, 1997, Cribb *et al.*, 2006). Por lo que el objetivo de la presente investigación fue identificar a las principales especies de parásitos gastrointestinales en burros del Valle de Tulancingo

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales

En el presente experimento se utilizaron 11 burros (*Equus africanus asinus*) clínicamente sanos, el 55% (6/11) fueron machos y el 45% hembras (5/11), con un peso promedio de 85 kilogramos (85 ± 12.4) y una edad promedio de dos años (2 ± 0.5) la cual fue calculada por el desgaste dentario. Durante el periodo de evaluación los animales fueron manejados de acuerdo a las normas bioéticas internacionales, para brindarles las condiciones de confort que requieren y así evitar situaciones de *stress*. Se les proporcionara agua a libre acceso y alimento de calidad que cubrió sus requerimientos nutricionales.

Identificación y cuantificación de los parásitos

Se colectaron muestras de heces directamente del recto de los animales, las cuales fueron transportadas al laboratorio de Investigación de Parasitología del Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia (AAMVZ), en el Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAp) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), para su análisis.

Las heces (10 a 20 gramos aproximadamente) se colocaron en bolsas de plástico herméticas tipo ziploc, las cuales se conservaron a 4°C desde su recolección hasta su procesamiento el cual se realizó en periodo no mayor a 12 horas. Las muestras se examinaron mediante la técnica cualitativa de flotación, en solución saturada de NaCl, para observar la presencia huevos de helmintos en el microscopio (Motic Ba310) y la cuantificación se realizó por la técnica de Mc Master (Besné *et al.*, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los burros del Valle de Tulancingo presentaron una prevalencia del 100% (11/11) a parásitos gastrointestinales, resultado similar al publicado por Bedoya y colaboradores en 2011 quienes determinaron una prevalencia del 92% a parásitos gastrointestinales en caballos (Bedoya *et al.*, 2011). Por otro lado, Francisco y colaboradores en 2009 mencionan que las infecciones parasitarias de mayor prevalencia son las provocadas por helmintos gastrointestinales, sobre todo estrogílicos y en menor proporción ascáridos y oxíuridos

En la presente investigación el 91% (10/11) de los animales estudiados presentaron liberación de huevos de *Trichostrongylus* spp, el 64% (7/11) presentó *Strongylus* spp, el 36% (4/11) *Trichonema* spp, el 27% (3/11) *Parascaris equorum*, *Strongyloide westeri*, el 9% (1/11) *Anaplocephala* spp y *Oxyuris equi* como se observa en la Figura 1 y Tabla 1.

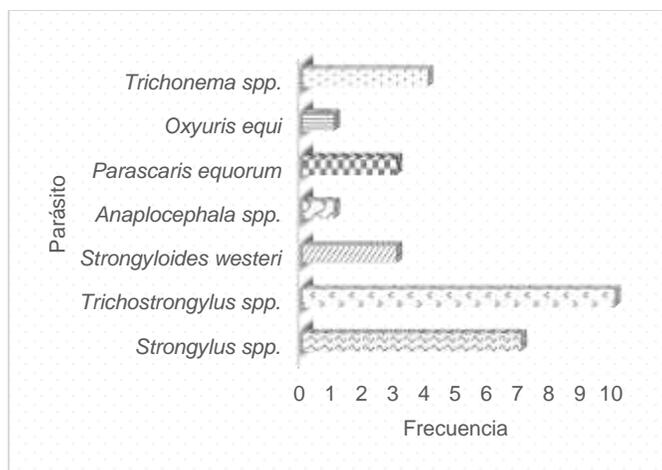


Figura I. Frecuencia de parásitos gastrointestinales en burros del Valle de Tulancingo

Parásito	Porcentaje %	Promedio de huevos por gramo de heces
<i>Strongylus</i> spp.	64	1920
<i>Trichostrongylus</i> spp.	91	1800
<i>Strongyloides westeri</i>	27	1612
<i>Anaplocephala</i> spp.	9	1000
<i>Parascaris equorum</i>	27	300
<i>Oxyuris equi</i>	9	200
<i>Trichonema</i> spp.	36	150

Tabla 1. Frecuencia de parasitosis gastrointestinales en burros del Valle de Tulancingo

En la Figura I se puede observar que el nemátodo predominante en el muestreo fue *Trichostrongylus* spp con 91% seguido de *Strongylus* spp con 64%, los cuales están asociados a trastornos gástricos ulcerativos, resultados que coinciden con Matthews y colaboradores en 2013 quienes proponen que los *Strongyloides* spp son los parásitos de mayor importancia en burros del Reino Unido (Matthews et al., 2013). Cardona y colaboradores en 2015 determinaron que el 56.9% de los burros sometidos a evaluación presentaron úlceras gástricas asociadas a *Trichostrongylus axei* (Cardona et al., 2015). Por su parte Bedoya y colaboradores en 2011 determinaron una prevalencia del 92% a *Trichostrongylus* spp en caballos (Bedoya et al., 2011).

En el presente experimento se observaron huevos de *Strongylus* spp, *Trichostrongylus* spp., *Strongyloides westeri*, *Parascaris equorum*, *Oxyuris equi*, *Trichonema* spp y *Anaplocephala* spp., resultados que coinciden con los reportados por Felipelli y colaboradores en 2015 y Güiris y colaboradores en 2010, quienes observaron en caballos

la presencia de *Parascaris equorum*, *Strongyloides westeri*, *Strongylus edentatus*, *Oxyuris equi*, *Strongylus vulgaris* y adicionalmente *Triodontophorus serratus*, *Cyathostominae*, *Habronema muscae*, *Trichostrongylus axei* (Güiris et al., 2010, Felipelli et al., 2015).

CONCLUSIÓN

Trichostrongylus spp, es el parásito gastrointestinal predominante en burros del Valle de Tulancingo. Con los resultados de la presente investigación se han identificado las principales parasitosis en burros del Valle de Tulancingo, información que permitirá proponer tratamientos específicos para cada caso, lo cual impactará de manera positiva en el bienestar de la especie en estudio.

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto de investigación se realizó con autofinanciamiento, por lo que se hace extenso un cordial agradecimiento a los alumnos y profesores de la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, por su apoyo y dedicación para el cumplimiento de los objetivos del presente proyecto.

LITERATURA CITADA

BESNÉ MA, Figueroa CJA, Quiroz RH, Ramírez GA, Ramos ME. 2006. Manual de Prácticas de Laboratorio de Parasitología FMVZ. UNAM. México D.F. ISBN: 970-32-3321-X

BEDOYA MA, Arcila VC, Díaz DA, Reyes EA. 2011. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en équidos del municipio de Oiba (Santander). *Revista spei domus*. 23(7) 19-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.16925/sp.v11i23.1362>.

CARDONA ÁJA, Arroyave VV, Zapata GAF. 2015. Frecuencia de patologías gástricas en burros (*Equus africanus asinus*) en Córdoba, Colombia. *Rev Med Vet.* ; (31): 23-34. ISSN 0122-9354 ISSN 2389-8526. <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n31/n31a03.pdf>.

CRIBB NC, Coté NM, Bouré LP, Peregrine AS. 2006. Acute small intestinal obstruction associated with *Parascaris equorum* infection in young horses: 25 cases. *New Zealand Veterinary Journal*. 54(6), 338-343. DOI:10.1080/00480169.2006.36721.

FELIPPELLI G, Cruz BC, Gomes LVC, Lopes WZ, Teixeira WFP, Maciel WG, Buzzolini C, Pimentel CG, Abud BB, Edésio SB, Formigoni BPL, Pereira OA, José da Costa A. 2015. Susceptibility of helminth species from horses against different chemical compounds in Brazil. *Veterinary Parasitology*. 212(3): 232-238. DOI.10.1111/eve.12018.

FRANCISCO I, Arias M, Cortiñas FJ, Francisco R, Mochales E, Dacal V, Suárez JL, Uriarte J, Morrondo P, Sánchez-Andrade R, Díez-Baños P. And Paz-Silva A. 2009. Intrinsic factors influencing the infection by helminth parasites in horses under an oceanic climate area (NW Spain). *Journal of Parasitology Research*. 2009:1-5. DOI:10.1155/2009/616173 <https://www.hindawi.com/journals/jpr/2009/616173/>

GÜIRIS ADM, Rojas HNM, Berovides AV, Sosa PJ, Pérez EME, Cruz AE, Chávez HC, MOGUEL AJA, Jimenez-Coello M, Ortega-Pacheco A. 2010. Biodiversity and distribution

of helminths and protozoa in naturally infected horses from the biosphere reserve “La Sierra Madre de Chiapas”, México. *Veterinary Parasitology*. 170. 268-27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.02.016>.

MATTHEWS JB, Burden FA. 2013. Common helminth infections of donkeys and their control in temperate regions. *Equine Vet Educ*. 25(9):461–467. DOI: 10.1111/eve.12018.

MATTHEWS JB. 2014. Anthelmintic resistance in equine nematodes. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 4: 310-315. DOI: 10.1016/j.ijpddr.2014.10.003.

SVENDSEN ED. 1997. Manual profesional del burro. Whittet Books 3ra Edicion, Reino Unido, ISBN: 1 873580 47 9

Artículo Original. Enero-Abril 2018; 8(1):53-58. Recibido: 27/02/2017 Aceptado: 08/08/2017.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.81.5>

Infección experimental de *Gnathostoma binucleatum*, en *Canis familiaris* del municipio de Tepic, Nayarit, México

Experimental infection of *Gnathostoma binucleatum* in *Canis familiaris* from the municipality of Tepic in Nayarit, Mexico

*Alvarez-Guerrero César¹ uniuan@hotmail.com, Ramírez-Valle Alejandra², ramirez_valleale@hotmail.com, De la Cruz-Moreno Omar² rowland_jonas@hotmail.com, González-Morteo Carlos², cgmorteo@nayar.uan.mx .

¹Secretaría de Investigación y Posgrado. Universidad Autónoma de Nayarit. México. ²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit. Posgrado en Ciencias Biológicas Agropecuarias y Pesqueras, universidad Autónoma de Nayarit. *Autor responsable y de la correspondencia Alvarez-Guerrero César. Secretaria de investigación y Posgrado. Universidad Autónoma de Nayarit; Ciudad de la Cultura Amado Nervo s/n, domicilio conocido, cp. 63155, Tepic, Nayarit. México.

RESUMEN

Gnathostoma binucleatum es el agente etiológico de la gnathostomiasis animal y humana en el estado de Nayarit. En cuatro perras infectadas se encontraron huevos y parásitos adultos en heces. El período de prepatencia fue de 22 semanas y el de patencia 14 semanas. Los resultados de la necropsia demostraron un nódulo vascularizado de 18 cm de diámetro localizado en la curvatura mayor del estómago. Dos perras que no eliminaron huevos presentaron nódulos de 1-2 cm de diámetro sobre la pared gástrica, recuperándose cinco parásitos juveniles en cada uno. En una perra que no eliminó huevos ni presentó nódulos gástricos se observaron cinco parásitos juveniles. Los resultados confirman a los perros como hospederos definitivos de este parásito. Se presentan datos nuevos sobre los aspectos patológicos y parasitológicos de la gnathostomiasis canina.

Palabras clave: *Gnathostoma binucleatum*, nódulos, perros infectados.

ABSTRACT

Gnathostoma binucleatum is the etiological agent of animal and human gnathostomiasis in the Nayarit state. In four infected bitches, parasite phases were found in the stomach. Only one bitch eliminated eggs and adult parasite phases in feces. In this bitch, the prepatent period lasted 22 weeks and the patency period 14 weeks. Necropsy results showed a copiously vascularized 10-cm diameter fibrous nodule lodged in the greater curvature of the stomach. Two bitches that did not eliminate any eggs showed 1-2 cm diameter nodules on the gastric wall with 5 juvenile phases in each. One bitch that did not eliminate any eggs and exhibited no gastric nodules showed juvenile parasites on the gastric wall. New data on the pathological and parasitological aspects of canine gnathostomiasis are presented.

Key words: *Gnathostoma binucleatum*, nodules, infected dogs.

INTRODUCCIÓN

Gnathostoma binucleatum, es la única especie confirmada en el Continente Americano, causante de la gnathostomiasis animal y humana. Esta enfermedad representa un

problema serio de salud pública en el estado de Nayarit, México. Entre 1995 al 2005 se reportaron en Nayarit 6328 casos clínicos (SUAVE, 2005).

Los primeros hospederos intermediarios de todas las especies de *Gnathostoma* identificadas suelen ser copépodos; los peces estuarinos (*Cathorops fuerthi*, *Dormitator latifrons*, *Pomadasys macranchanthus*, *Mugil curema*) y algunas tortugas (*Kinosternon integrum* y *Trachemys scripta*), actúan como segundos hospederos intermediarios y paraténicos respectivamente (Álvarez Guerrero y Lamothe Argumedo 2000; León-Regagnon et. al. 2002; Álvarez Guerrero y Alba Hurtado 2007). El rol de los mamíferos carnívoros (ictiófagos) como hospederos definitivos en el ciclo biológico de las especies de *Gnathostoma sp.*, se encuentra ampliamente documentado. Los parásitos adultos de *G. binucleatum* fueron encontrados en nódulos gástricos de gatos y ocelotes infectados en forma natural (Almeyda Artigas et al., 1991), al igual que en perros y gatos en forma experimental por Koga et al., (1999) y Álvarez-Guerrero et al., (2014). Sin embargo, el efecto provocado por los parásitos en sus hospederos no ha sido bien estudiado.

El presente estudio tiene como objetivo infectar experimentalmente perros con larvas de *G. binucleatum*, para describir las alteraciones patológicas provocadas por los parásitos en órganos y tejidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio experimental se seleccionaron cuatro perras clínicamente sanas de 2 a 4 meses de edad de raza no definida. A la llegada de los animales se practicaron análisis coproparasitológicos (cps) de Faust, para identificar huevos de helmintos que pudieran alterar el estudio. Los animales positivos se trataron con una fórmula de praziquantel, pamoato de pyrantel y febantel (Drontal plus de Bayer). Los ectoparásitos se eliminaron con pulverizaciones de 2-metiletóxifenil carbamato (Bolfo Bayer) y se inmunizaron contra moquillo y parvovirus. Los animales se mantuvieron en jaulas individuales; la limpieza se realizó diariamente y los animales consumieron agua y alimento balanceado *ad limitum*.

Las larvas de *G. binucleatum* fueron recuperadas enquistadas en el músculo de pescados de la especie *Cathorops fuerthi*, colectados en la laguna de Agua Brava, localizada en la zona norte del estado de Nayarit. Los especímenes fueron disecados individualmente y la carne se molió en un molino casero (Pica-lica, Moulinex). Un volumen de la carne molida (50 g) se colocó entre dos cristales de 15 cm de ancho por 18 cm de largo y espesor de 4 mm. El tejido se comprimió hasta formar una tela transparente y se observó con una lupa manual a contra luz de una lámpara de 100 watts, para recuperar larvas de tercer estadio avanzado (L3A) para su inoculación. Las L3A fueron aisladas con agujas entomológicas para su inoculación experimental Álvarez-Guerrero y Alba-Hurtado (2007).

Cada uno de los animales fueron inoculados oralmente con 50 larvas (L3A) de *G. binucleatum*; diariamente se realizaron análisis coproparasitológicos de Faust para

detectar huevos, (Ver Figura I) que denotan la presencia de parásitos adultos. Los animales se mantuvieron en jaulas individuales dentro del laboratorio de parasitología perteneciente a la Secretaria de Investigación y Postgrado de la Universidad Autónoma de Nayarit. La limpieza se realizó diariamente y el mantenimiento consistió en agua y alimentos balanceados de la marca Purina *ad limitum*.

La necropsia de los perros se practicó a los 9, 9, 7 y 13 meses posinoculación (PI); ésta incluyó una revisión exhaustiva de los órganos de cavidad abdominal y torácica; el estómago fue removido para detectar nódulos y parásitos adultos. En los animales que no desarrollaron nódulos, el estómago se procesó por digestión artificial en la búsqueda de fases evolutivas del parásito. Un cm³ de tejido nodular fue tomado y fijado en formol al 10% por 48 horas y se incluyó en parafina para realizar cortes histológicos de 4μ de espesor, teñidos con hematoxilina y eosina bajo técnicas convencionales. Se determinó la morfología y morfometría de larvas y parásitos adultos bajo los criterios establecidos por Miyazaki (1991).

las variables consideradas por el autor son: largo total, anchura máxima, número de anillos en el bulbo cefálico, largo del bulbo, ancho del bulbo cefálico, número de ganchos por anillo cefálico, diferencia entre los promedios de la primera y última hilera del bulbo cefálico, localización de la papila cervical y distancia de la cloaca al extremo posterior. En los parásitos adultos (machos) se considera el patrón de espinas cuticulares, forma y tamaño de las espículas y localización de la vulva en hembras. En los parásitos juveniles se observan formas intermedias dependiendo de su evolución en el organismo. Las variables descritas fueron realizadas con microscopía óptica y electrónica de barrido Bozzola y Russell (1992). La morfometría de 30 larvas (medidas), se realizó con microscopio compuesto calibrado. El estudio fue aprobado por el comité interno para el cuidado de los animales experimentales, dentro del programa de posgrado en ciencias de la salud y de la producción animal de la Universidad Autónoma de México

RESULTADOS

La morfometría de las larvas (Ver Figura II), evidenció valores promedios de 3.988 mm de longitud total, 0.308 de anchura máxima, 4 anillos concéntricos en el bulbo cefálico, que presentó 0.147mm de largo y 0.235 mm de ancho. El número de ganchos en las cuatro hileras concéntricas del bulbo cefálico fue en el anillo 1: 38.4, el 2: 41.6, el 3: 43.8 y el 4: 46.2; la diferencia entre los promedios de la cuarta a la primera hilera del bulbo cefálico fue de 7.3. La papila cervical se localizó en la hilera transversal 14.6, y la distancia de la cloaca al extremo posterior fue de 0.065mm. La boca presentó un par de labios con dos papilas cada uno y entre ambas papilas se localizaron los anfidios. La cutícula del cuerpo presenta más de 200 estrías transversales con espinas de una sola punta. El esófago ocupa el 30% del cuerpo del parásito, paralelamente a este órgano se encontraron cuatro sacos cervicales que dilatan y contraen el bulbo cefálico. El intestino presentó gránulos de color rojo sangre.

Los cuatro perros inoculados desarrollaron fases del parásito en estómago; en el perro uno la eliminación de huevos en heces se presentó a las 22 semanas PI (periodo de prepatencia) y se mantuvo eliminando huevos por un periodo de 14 semanas, más (periodo de patencia). La necropsia se practicó a los 9 meses PI, encontrándose un nódulo fibroso de 18 cm de diámetro, localizado en la curvatura mayor del estómago, del cual se recuperaron 11 parásitos adultos (5 hembras, 6 machos). El nódulo presentó perforaciones que se comunicaban con la cavidad abdominal y una pequeña abertura de aproximadamente 2 mm de diámetro que comunicaba con el lumen gástrico. Las perforaciones contenían exudado de aspecto mucosanguinolento, provocado probablemente por la estancia y migración interna de los parásitos.

Al disecar el nódulo sólo se recuperaron gusanos machos que se encontraban incrustados en el tejido; mientras que las hembras fueron eliminadas en las heces después de la ovoposición. En el perro dos no se detectaron huevos; la necropsia se practicó a los 9, 9, 7 y 13 meses PI, encontrándose cinco nódulos gástricos de 1 a 2 cm de diámetro y por digestión artificial; se recuperaron 3 parásitos juveniles y 2 larvas en fase de muda. En el perro tres no se observó la eliminación de huevos, la necropsia se practicó a los siete meses PI y no se detectaron nódulos gástricos. Al realizar la digestión artificial del estómago se recuperaron cinco parásitos en fase juvenil. En el perro cuatro no se detectaron huevos en heces, la necropsia se practicó a los 13 meses PI, observándose 3 nódulos de 1 a 2 cm de diámetro, localizados en la mucosa gástrica y por digestión artificial se recuperaron cinco parásitos juveniles.

El examen histopatológico del nódulo de 18 cm de diámetro, demostró abundante vascularización; internamente se observaron cavernas con exudado mucosanguinolento y gusanos adultos incluidos en el tejido. Una de las cavernas tenía comunicación con la cavidad abdominal y se observó un parásito adulto (hembra) fuera del nódulo y en contacto con las vísceras. En dos perros más se encontraron nódulos de 1 a 2 cm de diámetro, con parásitos juveniles localizados en la pared del estómago. Otro perro infectado no presentó nódulos, pero por digestión artificial se recuperaron parásitos juveniles en la pared del estómago.

La necropsia practicada en los cuatro perros infectados reveló atrofia muscular, hepatomegalia, esplenomegalia, linfangitis mesentérica, pancreatitis, hipertrofia gástrica, gastritis crónica y pequeñas úlceras en la mucosa gástrica. Histológicamente los nódulos gástricos presentaron zonas de fibrosis, pequeñas zonas de necrosis, gran cantidad de huevos capturados dentro del tejido nodular e infiltración de células plasmáticas, macrófagos y eosinófilos rodeando los huevos.

A la microscopia electrónica de barrido, el bulbo cefálico de los parásitos adultos (Ver Figura III), presentó de 8 a 9 hileras de ganchos, y la boca labios con un par de papilas cada uno y entre ambas papilas se localizaron los anfidios. El patrón de espinas

cuticulares en la región anterior fue de 2 a 3 puntas; en la región media y posterior disminuyeron a 2 y 1 punta. La cauda del macho presentó cuatro pares de papilas laterales grandes y cuatro pares más en posición media y un par de espículas desiguales, que se proyectan a través de la cloaca. La vulva en la hembra se localizó en la región media y ventral del cuerpo.



Figura I. quiste larvario



Figura II. larva infectiva L3A



Figura III. parásito adulto

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Tres especies del género *Gnathostoma sp.*, se han reportado en México, *G. binucleatum* (Almeyda-Artigas, 1991), *Gnathostoma turgidum* (Lamothe-Argumedo *et al.*, 1998) y *Gnathostoma lamothei*, Bertoni-Ruiz *et al.*, 2005; Hernández-Gómez *et al.*, 2010). Los cuatro perros inoculados con larvas L3A de *G. binucleatum*, desarrollaron formas adultas y juveniles en su estómago; sólo uno de ellos eliminó huevos y parásitos adultos en heces, en el resto sólo se encontraron fases juveniles. Las lesiones desarrolladas en los perros infectados fueron nódulos de diferente tamaño en la pared gástrica, estas lesiones han sido reportadas en la mayoría de los hospederos definitivos de las catorce especies de *Gnathostoma spp.*, identificadas en el mundo, excepto *G. nipponicum*, que se localiza en esófago, *G. miyazakii* y *G. viet-namicum* en riñón, *G. didelphis* y *G. brasiliense* en hígado (Miyazaki, 1991).

Resulta importante mencionar que en el perro que eliminó huevos, se observó la eliminación de hembras en materia fecal y a la necropsia sólo se encontraron machos incrustados en la pared del nódulo; este diferente comportamiento entre machos y hembras no se ha aclarado, pero probablemente se debe a que las hembras que terminaron de producir huevos, agotan sus reservas metabólicas y mueren. La observación del útero totalmente vacío en las hembras eliminadas y la pérdida de coloración del pseudoceloma parecen confirmar su agotamiento biológico. Microscópicamente el nódulo que tenía gusanos adultos, presentó gran cantidad de huevos atrapados dentro del tejido y una fuerte reacción de macrófagos y eosinófilos alrededor. La presencia de gran cantidad de células inflamatorias cercanas o pegadas al huevo, es probablemente resultado de su antigenicidad y contribuye al crecimiento del nódulo. Los resultados confirman a los perros como hospederos definitivos de este

parásito. En este trabajo se presentan datos nuevos sobre los aspectos patológicos y parasitológicos de la gnathostomiasis canina.

LITERATURA CITADA

Almeyda-Artigas RJ. 1991. Hallazgo de *Gnathostoma binucleatum* en felinos silvestres y el papel de peces dulceacuícolas y oligohalinos como vectores de la gnathostomiasis humana en la cuenca baja del río Papaloapan, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* 18 (2): 137-155. <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1991-2/articulo386.html>

Alvarez-Guerrero C, Lamothe-Argumedo R. 2000a. Larvas de *Gnathostoma* sp. en peces estuarinos de Nayarit, México. *An. Inst. Biol. Ser. Zool.* 71 (2): 179-184. <http://www.ejournal.unam.mx/zoo/071-02/ZOO71205.pdf>

Alvarez-Guerrero C, Alba-Hurtado F. 2007. Estuarine fish and turtles as intermediate and paratenic hosts of *Gnathostoma binucleatum* in Nayarit, México. *Parasitol. Res.* 102: 117-122. <https://doi.org/10.1007/s00436-007-0738-x>

Alvarez-Guerrero C, Muñoz Guzmán MA, Alba-Hurtado F. 2014. Pathological and Parasitological traits in experimentally infected cats *Gnathostoma binucleatum* Spirurida: Gnathostomatidae. *Vet. Parasitol.* (204), 279-284. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.04.027>

Bertoni-Ruiz F, García-Prieto L, Osorio-Zarabia D, León-Régagnon V. 2005. A new species of *Gnathostoma* (Nematoda: Gnathostomidae) in *Procyon lotor hernandezii* from México. *J. Parasitol.* 91: 1143-1149. <https://doi.org/10.1645/GE-516R.1>

Bozzola JJ, Russell LD. (1992). Electrón microscopy. Principles and Techniques for biologists. Jones and Bartlett publishers. 542 p.

Koga M, Akahane H, Ogata K, Lamothe AR, Osorio SD, García-Prieto L, Martínez-Cruz JM. 1999. Adult *Gnathostoma cf. binucleatum* obtained from dogs experimentally infected with larvae as an etiological agent in Mexican Gnathostomiasis: External morphology. *J. Helminthol.* 66 (1): 41-46. <http://bionames.org/bionames-archive/issn/1049-233X/66/41.pdf>

León-Régagnon V, Osorio-Zarabia D, García-Prieto L, Akahane H, Lamothe-Argumedo R, Koga M, Messina RM, Álvarez-Guerrero C. 2002. Study of the ethiological agent of gnathostomosis in Nayarit, México. *Inter. Parasitol.* 51: 201-204 [https://doi.org/10.1016/S1383-5769\(02\)00014-4](https://doi.org/10.1016/S1383-5769(02)00014-4)

Miyazaki I. 1991. An Illustrated Book of Helminthic Zoonoses. *SEAMIC Publ.* 62: 368-408

SUAVE. Sistema único automatizado para la vigilancia epidemiológica. 2005. Secretaría de Salud de Nayarit (1995-2005).

Artículo Original. Enero-Abril 2018; 8(1):59-74. Recibido: 22/02/2017 Aceptado: 25/08/2017.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.81.6>

Evaluación comparativa de dos métodos de recuperación espermática de epidídimos bovinos post-mortem

Comparative evaluation of two methods of spermatic recovery of epididymis bovine post-mortem

Benítez-González Edgar¹ e.benitez27@hotmail.com, **Chamba-Ochoa Hermógenes**^{1*} hermogenes.chamba@unl.edu.ec, **Sánchez-Sánchez Efrén**¹ efrensanchez20@yahoo.es, **Luzón-Cevallos Félix**¹ felixluzon9_1990@hotmail.com, **Sánchez-Carrillo Jairo**² jarengasanz@gmail.com

¹ Universidad Nacional de Loja - Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ecuador. ² Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Agencia Gualaquiza. Ecuador. *Autor responsable y de correspondencia: Universidad Nacional de Loja - Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia., Ciudad Universitaria "Guillermo Falconí Espinosa", Av. Pío Jaramillo Alvarado s/n. e-mail: hermogenes.chamba@unl.edu.ec

RESUMEN

Determinar el método adecuado para recuperar espermatozoides epididimarios en bovinos en diferentes tiempos de recuperación post-mortem fue el objetivo del presente estudio. Testículos de 50 toros de diferentes razas y edades, en buen estado sanitario, fueron obtenidos luego del sacrificio en la plaza de rastro de Loja, Ecuador; evaluándose dos métodos de recolección seminal: lavado retrógrado y slicing. Los testículos/epidídimos fueron transportados en solución de cloruro de sodio al 0.9% y almacenados durante 2, 4, 8, 12 y 24 horas, a 5°C, evaluando calidad espermática en relación al tiempo transcurrido desde su sacrificio, hasta la obtención espermática en el laboratorio. Los parámetros evaluados fueron: volumen, concentración, vitalidad, motilidad masal, motilidad individual, y espermatozoides normales. En el análisis de resultados se utilizó estadística descriptiva y para el análisis de varianza se utilizó el test de Tukey para determinar diferencias estadísticas entre promedios. Los espermatozoides epididimarios mostraron: motilidad masal 60,4%±4,75; motilidad individual 50,7%±4,75; vitalidad 60,6%±3,85; anomalías 8,78%±1,4; no hubo diferencia significativa ($p>0.05$) entre protocolos, recogiendo volúmenes promedios de 2,2±05 ml, y concentración de 63,08%±2,05, el porcentaje de espermatozoides vivos fue mayor utilizando el método de lavado retrógrado 62,08±4,2. Concluyéndose que es posible recolectar espermatozoides vivos de la cola del epidídimo de toros postmortem siendo su vitalidad directamente proporcional al tiempo de almacenamiento.

Palabras clave: Epididimario, calidad espermática, lavado retrógrado, slicing.

ABSTRACT

Determine the appropriate method to recover bovine's epididymal sperm in different post-mortem recovery times was the objective of the current studies. Testicles from 50 bulls of different breeds and ages, sanitary status, were obtained after the sacrifice of it in the slaughterhouse located in Loja city, Ecuador; testing two methods of seminal collection: retrograde wash and slicing. The testicles/epididymal were transported in 0.9% sodium chloride solution and stored during 2, 4, 8, 12 and 24 hours at 5°C, to test spermatic quality in relation with passed time from its sacrifice, to the sperm collection in the laboratory. The evaluated parameters were: mass motility, individual motility, percentage of viable sperm, and normal. In the analysis of the results descriptive statistics were used and for the variance analysis Tukey test were used to determine the statistical differences between averages. The epididymal spermatozoa showed: mass motility 60.4% ± 4.75; Individual motility 50.7% ± 4.75; Vitality 60.6% ± 3.85; Abnormalities 8.78% ± 1.4; there is no

significant difference ($p>0.05$) between protocols, getting average volumes of 2.2 ± 0.5 ml, concentration of $63.08\% \pm 2.05$, the percentage of living sperm was more when the method of retrograde wash was used. It is concluded that is possible collect living sperm from the post-mortem epididymis bull's tail, being its vitality directly proportional to the storage time.

Key words: Epididymal, spermatoc quality, retrograde washing, slicing.

INTRODUCCIÓN

La recolección de semen bovino mediante la utilización de métodos convencionales como vagina artificial y electroeyaculación, ha permitido el establecimiento de bancos de germoplasma provenientes de machos reproductores seleccionados; sin embargo, cuando un toro u otro animal mueren inesperadamente, su material genético se pierde. No obstante, el hecho de recuperar espermatozoides de un macho recientemente muerto o sacrificado, implica que existe interés en utilizar sus gametos con fines de conseguir crías en algún momento. Una forma de preservar el germoplasma de estos animales es la colecta de espermatozoides del epidídimo (Martins *et al.*, 2009). Este procedimiento post-mortem es considerado una importante herramienta en la utilización de espermatozoides de animales en peligro de extinción.

Los espermatozoides colectados del epidídimo pueden ser criopreservados o utilizados de inmediato en la fecundación *in vitro* (Martins *et al.*, 2007) o en la inyección intracitoplasmática en los oócitos (James *et al.*, 2002); esta circunstancia puede presentarse en eventos no predecibles como accidentes, intoxicaciones o enfermedades que súbitamente pueden desencadenar en la orquiectomía, la muerte o eutanasia de toros de valor genético o sentimental (Armas *et al.*, 2011). En estos casos, los propietarios no sólo deben afrontar la pérdida del animal, sino también la pérdida del material genético deseable.

En ese sentido, es posible obtener espermatozoides hasta cierto tiempo después de la muerte del animal, los cuales son recuperados de la cola del epidídimo con motilidad y capacidad fecundante (Yu y Leibo, 2002); esto se debe, principalmente a que en el epidídimo se realizan dos eventos importantes: la maduración y el almacenamiento espermático. La maduración o desarrollo progresivo de la capacidad fecundante de los espermatozoides ocurre en la cabeza y el cuerpo del epidídimo y el almacenamiento ocurre en la cola del mismo. Es así, que la obtención de espermatozoides epididimarios, potencialmente fecundantes que se encuentran almacenados en la cola del epidídimo puede ser la única opción para preservar el material genético de un macho de alto valor genético, luego de su muerte u orquiectomía por motivos médicos (Tittarelli *et al.*, 2007).

El sitio principal de almacenamiento de esperma en el tracto reproductivo masculino es la cola del epidídimo. Esta parte tiene una luz relativamente amplia en la que las altas concentraciones de espermatozoides se almacenan. Un trastorno funcional del epidídimo puede originar una composición anormal del plasma del epidídimo, disminución de

motilidad de los espermatozoides anormales y cuadros clínicos de los espermatozoides (Oyeyemi y Ubiogoro, 2005).

Es importante establecer un método que permita recolectar espermatozoides de sementales reproductores que hayan muerto por causas naturales o accidentes, de manera tal, que pueda obtenerse descendencia de esos toros. Así que podría implementarse la recolección de espermatozoides de la cola del epidídimo para propagar la calidad genética de toros post-mortem, puesto que los espermatozoides que se encuentran allí tienen capacidad fecundante (Soler *et al.*, 2005).

Por lo anteriormente mencionado y teniendo en cuenta la importancia de la recuperación de espermatozoides que se perderían por la muerte de los animales, el objetivo del presente trabajo se fundamenta en la obtención de espermatozoides de la cola del epidídimo de toros post-mortem para evaluar su viabilidad; así como evaluar los protocolos de lavado retrogrado y de desmenuzamiento del epidídimo para la obtención de semen; evaluando la viabilidad espermática según protocolos de recolección desde la obtención de los testículos en la plaza de rastro, hasta la obtención de los espermatozoides en el laboratorio; valorando el periodo de conservación en refrigeración a fin de determinar el protocolo o método más eficiente de recolección de espermatozoides epididimarios.

MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar de estudio y animales

Para el presente trabajo se utilizaron un total de 50 pares de testículos de toros diagnosticados saludables en el examen ante-mortem, de diferentes tipos raciales y edades, éstos fueron faenados en el Camal Municipal del Cantón Loja, en tanto que el procesamiento de las muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de Reproducción Animal, ubicado en la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja, Ecuador.

Recolección y transporte de muestras

Se recolectó los testículos de 50 toros, de diferentes razas y con edad estimada entre dos y cuatro años, durante 10 visitas al Camal Municipal de Loja. Los pasos seguidos para la recolección de los testículos fueron: recolección de las bolsas escrotales con sus testículos incluidos; cada bolsa escrotal fue identificada con el número correspondiente al orden en que fueron recolectadas, además de la fecha y hora de la recolección; cada bolsa escrotal fue limpiada con toallas de papel, los testículos/epidídimos fueron ligados en el cordón espermático; se colocó cada una de ellas dentro de bolsas plásticas selladas e identificadas para luego ser transportadas desde el sitio de recolección hasta el laboratorio en un plazo máximo de 30 minutos, a temperatura inicial de 35°C. Para lograr esta temperatura se usó bolsas térmicas con agua atemperada a 37°C.

Una vez en el laboratorio, cada testículo fue colocado en una placa Petri, donde se realizó un lavado externo de la cola del epidídimo con solución salina fisiológica. Para remover la sangre y contaminantes externos, el tejido conjuntivo que recubre la cola fue removido por disección cuidadosa, evitándose el rompimiento de los vasos sanguíneos y el ducto epididimario; posteriormente se separaron los testículos de los epidídimos y se lavaron con solución salina; se realizó una disección de la cola del epidídimo, eliminando la túnica albugínea, dejando de este modo una porción libre del conducto deferente. Después se obtuvo la secreción del mismo de acuerdo a cada método de recolección estudiado, esto es: colecta de flujo retrógrado y desmenuzamiento del epidídimo (Slicing), procediéndose de la siguiente manera:

Primer método (colecta de flujo retrógrado)

El epidídimo ya separado del testículo, se colocó en una caja Petri, con lactato de ringer precalentado a 37°C, con la finalidad de lavar los residuos de sangre; a continuación, se localizó la porción más cercana de la zona media de la cola del epidídimo para realizar un corte transversal con el bisturí, antes que el diámetro del epidídimo se reduzca. Con la finalidad de obtener la mayor cantidad de espermatozoides posibles, se colocó una aguja (calibre 20, 21, 22, o 23, según el diámetro interno de cada vaso deferente) dentro del lumen de la porción libre del vaso deferente. Se adaptó una jeringa con 10 – 15 ml de “medio de lavado PBS” a 37°C colocándose una pinza contra la aguja sobre las paredes del vaso deferente, evitando de este modo la pérdida del líquido de lavado por reflujo. El fluido obtenido con los espermatozoides epididimarios se centrifugó a (300g/5min), para concentrar la muestra. El sobrenadante obtenido se removió y fue descartado, a la concentración obtenida se le realizó una predilución con AndroMed en proporción 1:1 a 37°C.

Segundo método (desmenuzamiento del epidídimo)

El epidídimo fue separado asépticamente del testículo, se lo colocó en una caja Petri con lactato de ringer a 37°C, con el fin de lavar los residuos de sangre. Los espermatozoides fueron recuperados por el método de picado en trozos (slicing), con una tijera quirúrgica en una caja Petri, que contenía 15 ml de medio PBS a 37°C; este contenido se succionó en una jeringa de 20 ml. para luego ser depurado a través de un filtro estéril; el mismo fue traspasado a tubos falcón (15 ml), y luego se centrifugó a una velocidad de (300g/5min). El sobrenadante obtenido se removió y fue descartado; y al igual que el método anterior a la concentración obtenida se le realizó una predilución con AndroMed en proporción 1:1 a 37°C.

Preparación del diluyente

Se vertió 2 ml de AndroMed en un tubo falcón graduado, se agregó al concentrado 8 ml de agua bidestilada, atemperada a 37°C, mezclándose con la ayuda del vórtex (agitador

mecánico), hasta conseguir que la dilución se homogenice. Esta dilución se realizó para cada muestra de forma individual, la misma que debe prepararse en baño maría entre 35°C y 37°C; luego se procedió a realizar la predilución del semen en proporción 1:1; para ello el diluyente debió tener la misma temperatura que el esperma. Tras la evaluación del semen se procedió inmediatamente a la dilución final, que consistió en 2 ml de semen prediluido, más 8 ml del diluyente preparado. Esta dilución final debe descender de temperatura progresivamente, hasta alcanzar la temperatura de laboratorio (18°C a 22°C). Posteriormente se desciende la temperatura con agua refrigerada (8°C – 10°C), se debe equilibrar la temperatura por lo menos por 1 hora, seguidamente se refrigeró a 5°C.

Evaluación microscópica de las muestras seminales

Para realizar la evaluación microscópica fue necesario esperar entre 40 y 45 minutos a fin de observar los movimientos de los espermatozoides epididimarios, durante este tiempo se mantuvo las muestras seminales y el material utilizado en baño maría a 37°C; transcurrido este tiempo se pudo estimar los porcentajes de motilidad y movimientos progresivos de las células espermáticas; para la coloración y frotis de las muestras se utilizó eosina al 5% y nigrosina 10%; la valoración microscópica se la hizo con lente de 40X y 100X. Se analizaron las siguientes características: volumen, concentración, morfología, vitalidad, motilidad masal y motilidad individual.

- a) **Motilidad Masal:** se procedió a colocar una gota de semen de 10 a 20 µl, sobre un porta objetos atemperado a 37°C, sin colocar el cubre objetos; se observa con el lente de 10X y 40X en un microscopio binocular biológico XSP63, el porcentaje de motilidad masal. Se calificó de acuerdo a criterios evaluativos propuestos en el cuadro 1.

VALOR DESCRIPTIVO	ASPECTO DEL MODELO	% CÉLULAS MÓVILES	CRITERIO EVALUATIVO
Muy buena	Movimiento en ondas vigorosas y en remolinos rápidos	80-90%	++++
Buena	Remolinos y ondas más lentas	60-80%	+++
Regular	Sin remolinos, pero con oscilaciones generalizadas	40-60%	++
Mala	Escasa o ninguna motilidad	0-40%	+ o -

Adaptado de; Derivaux (1976), Hafez (1989) y Baracaldo (2007)

Cuadro 1. Porcentajes de motilidad masal y criterios evaluativos

- b) **Motilidad Individual:** se colocó 10µl de semen en un porta objetos y se cubrió con el cubre objetos, ambos atemperados a 37°C, se observó con el lente de 40X, se evaluó los espermatozoides con movimiento progresivo rectilíneo que atraviesan el campo observado; tanto en la motilidad masal como para la motilidad individual. Para la valoración se coloca la plantilla térmica en el microscopio y así poder

mantener la temperatura. Para determinar el porcentaje de motilidad individual se calificó de acuerdo a los valores propuestos en el cuadro 2. (Chamba Ochoa, 2017)

Valor descriptivo	% células móviles
Muy buena	80-100% de células móviles
Buena	60-79% de células móviles
Regular	40-59% de células móviles
Mala	Menos de 40% de células móviles

Adaptado de; Salisbury (1978), Hafez (1989) y Barth (2000).

Cuadro 2. Escala basada en el porcentaje de células móviles.

- c) **Concentración espermática:** para determinar la concentración espermática se realizó una dilución 1:200, es decir se mezcló 10µl de semen puro en 2 ml de solución salina formolada; (0,9% de cloruro de sodio; 0,1% de formaldehído en agua destilada) y después se homogenizó la solución (Chamba Ochoa, 2017). Con la ayuda del vortex se homogenizó la muestra, posteriormente se procedió a colocar 10µl de la dilución en la cámara de Neubauer; a continuación, se llevó la cámara al microscopio donde se observó con el lente de 40X.

Para la contabilización se procedió a contar las cabezas de los espermatozoides observados en 5 cuadros, del cuadro central grande y se aplicó la siguiente fórmula.

$$CE \text{ ml} = n \times 200 \times 10 \times 5 \times 1000$$

Dónde:

10 = Altura de la cámara de 0.1

5 = número de cuadrados contados

n = Número de células contadas

1000 = Conversión a cm^3

200 = Factor de dilución

El resultado obtenido de la concentración espermática fue en millones/ml

- d) **Morfología:** para llevar a cabo la evaluación morfológica, se evaluó un total de 100 espermatozoides por muestra, con el fin de determinar el porcentaje de anomalías. Se utilizó la tinción vital de eosina 5% y nigrosina 10%, una gota de 10µl de nigrosina, una gota de 20µl de eosina y una gota de semen de 10µl sobre un portaobjeto atemperado a 37°C; se dejó fijar por 10 a 30 segundos; tomándose una gota de la mezcla se hizo una extensión gruesa en lámina seca; posteriormente se colocó una gota de aceite de inmersión y se determinó el porcentaje de espermatozoides vivos y muertos por microscopía de campo claro a 100 aumentos. Se evaluaron al menos 200 células, diferenciando aquellas que estaban parcial o totalmente teñidas de las que no habían permitido el paso del colorante; el resultado se expresó como el porcentaje de espermatozoides no teñidos los cuales fueron considerados como vivos (Soler *et al.*, 2005).

Para determinar el estado de los acrosomas se utilizó la misma muestra fijada, observando un mínimo de 200 espermatozoides. Se clasificaron como acrosomas normales aquellos que presentaban espermatozoides con bordes apicales bien definidos y nítidos en forma de semiluna oscura. Los resultados se expresaron en porcentaje de acrosomas normales.

El proceso no debe durar más de un minuto, ya que se ha demostrado que espermatozoides que estaban vivos al morir se tiñen con el tiempo; en los espermatozoides muertos se altera la permeabilidad de la membrana cefálica y dejan pasar el colorante, mientras que los vivos no lo permiten, los moribundos se tiñen en la cola.

- e) **Vitalidad:** en la evaluación del porcentaje de vitalidad se contabilizó un número de 100 espermatozoides por muestra. Para realizar el extendido del semen igualmente colocamos una gota de nigrosina y dos gotas de eosina en el extremo de un porta objetos, y con la ayuda de otro porta objetos atemperado, se hace el extendido de la muestra, la cual debe ser fina y uniforme; dejamos secar por un minuto, colocamos una gota de aceite de inmersión y llevamos al microscópico para observar con el lente de 100X. Los espermatozoides vivos no se tiñeron, mientras que los espermatozoides no viables o muertos tomaron una coloración rosada.

Evaluación post refrigeración

Se realizó la evaluación de la motilidad individual post refrigeración, cada grupo estudiado (2, 4, 8, 10, 24 horas). La evaluación de la calidad seminal se realizó en fresco y cada 24 horas post refrigeración por 5 días; de la muestra refrigerada a 5°C se tomó, 0.5 ml de semen diluido en un tubo eppendorf, el mismo que fue atemperado a 37°C por 3 minutos en baño maría; seguidamente se retiró el tubo del baño maría, se lo secó con una toalla de papel, luego se tomó 10µl de semen y se colocó en el porta objetos atemperado y colocamos el cubreobjetos; esta evaluación se la realizó sobre la platina térmica (Chamba Ochoa, 2017).

Análisis estadístico

Para el análisis de datos, se empleó el programa estadístico IBM SPSS Statistics 2.0. Para la descripción de los datos fueron utilizados promedios y la desviación estándar de cada grupo estudiado, en los casos donde la información obtenida correspondía a porcentajes, éstos fueron transformados según el modelo binomial de parámetros. Todos los datos fueron evaluados para la normalidad por el test de Shapiro-Wilk. Las variables

que no pasaron en el test de normalidad (datos no paramétricos) fueron evaluados por el test de ANOVA on Ranks. Las variables que pasaron el test de normalidad (datos paramétricos) fueron evaluadas por el test One Way ANOVA. Cuando el ANOVA señaló efecto significativo, los valores fueron comparados aplicando la prueba de comparación de medias de Tukey. Finalmente se realizó la prueba de Pearson para establecer la correlación entre las variables medidas. El nivel de significancia fue considerado $P < 0,05$ (SPSS/PC, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características morfométricas de testículos y epidídimos

En el estudio de las características morfométricas y funcionales de testículos/ epidídimos y espermatozoides recuperados, mediante la utilización de dos métodos de recuperación espermática de epidídimos de toros faenados en el Camal frigorífico de Loja; como parte del análisis descriptivo se determinó un promedio de $33,81 \pm 5,9$ cm para circunferencia escrotal; $11,94 \pm 5,8$ cm para largo testicular; $6,1 \pm 4,4$ cm para ancho testicular y 580 ± 50 g de peso testicular; $62,76 \pm 4,2$ g para el peso del epidídimo y $17,28 \pm 6,3$ cm de largo de epidídimo. Datos que se relacionan a los señalados por Saavedra *et al.*, (2012), donde indica que el peso de cada testículo está alrededor de los 250 a 500 g, el largo testicular entre 11 y 17cm y el ancho entre 5 a 8 cm, así mismo (Sudheer 2000), obtuvo promedios de 31,80 cm para circunferencia escrotal, 11,36 cm para el largo testicular; 5,56 cm para ancho o profundidad testicular; y 267,12 g para el peso de cada uno de los testículos; 1,96 cm de largo de la cola del epidídimo y 30,06 g para el peso de la cola epididimaria. Así mismo, (Rodríguez *et al.*, 2000), obtuvo promedios para circunferencia escrotal de 31,25 cm, peso de la cola epididimaria 32 g y 16,63 cm para el largo del epidídimo. Los testículos se evaluaron dentro de las bolsas escrotales, midiéndose diámetros de circunferencia escrotal, largo, ancho y peso testicular; así como largo y peso del epidídimo.

Estudio comparativo de los métodos de recolección seminal de epidídimos post-mortem (0 horas).

Utilizando la técnica de flujo retrogrado fue recolectado, (cuadro 4) en promedio $2,0 \pm 0,5$ ml. con una concentración/ml de $64,04 \pm 1,3 \times 10^9$ espermatozoides/animal, y utilizando la técnica de desmenuzamiento del epidídimo (cuadro 5). Fue colectado, en promedio $2,2 \pm 0,4$ ml. con una concentración/ml de $62,12 \pm 2,8 \times 10^9$ espermatozoides/animal, lo que corresponde a la cantidad de células obtenidas en una eyaculación (Gonçalves *et al.*, 2008). Considerando que el epidídimo es capaz de almacenar varias eyaculaciones, la

cantidad colectada podría ser superior, sin embargo, los toros utilizados fueron provenientes de una planta faenadora, donde la calidad reproductiva no es un índice considerado.

Parámetro evaluado	Semen obtenido por lavado retrógrado	Semen obtenido por desmenuzamiento del epidídimo
Volumen cc.	2 ± 0,5	2,2 ± 0,4
Motilidad masal %	61,6m ± 5,3 ^a	59,2± 4,2 ^a
Motilidad individual %	51,8± 3,8 ^a	49,6± 5,7 ^a
Espermatozoides vivos %	62,08± 4,2 ^a	59,12± 3,5 ^b
Concentración espermática x10 ⁹ /ml	64,04± 1,3 ^a	62,12± 2,8 ^b
Espermatozoides Anormales %	7,92± 1,2 ^b	9,64± 1,6 ^a

(^{a b}) Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0,05)

Cuadro 3. Resultados estadísticos de las características microscópicas según Protocolo.

Se optó por utilizar el promedio/animal, ya que de acuerdo con (Goovaerts *et al.*, 2006) un epidídimo no puede ser control del otro, puesto que hay diferencias significativas en la cantidad y calidad de las células colectadas de los epidídimos del mismo animal.

Las muestras de espermatozoides frescos presentaron resultados superiores en todos los parámetros en comparación a los resultados de la evaluación con semen refrigerado.

Evaluación del semen obtenido mediante lavado retrógrado

Tiempo de almacenamiento	Motilidad Masal %	Motilidad individual %	Espermatozoides Vivos %	Concentración Esp. X10 ⁹ /ml	Espermatozoides Anormales %
2h	86±6,1	76±5,9	86±3	69±2	7,4± 1,3
4h	76±5,7	66±4,7	76±4,6	67±1,8	8,2±2,4
8h	56±5,5	47±4,4	63,4±3,7	56,2±1,5	8±2
10h	48±4,2	41±4	51±2,2	62,8±4	6,6±2,3
24h	42±3,4	29±3,6	34±2	65,2±2	9,4±2,8

Cuadro 5. Resultados de la evaluación microscópica del semen obtenido mediante lavado retrógrado en diferentes tiempos post-mortem.

Evaluación microscópica del semen obtenido mediante desmenuzamiento del epidídimo (slicing).

La motilidad espermática es fundamental para que los espermatozoides alcancen el ambiente uterino y el sitio de la fertilización, considerándose el criterio más importante en la evaluación de las células espermáticas antes y después a la criopreservación (Siqueira *et al.*, 2007).

En el presente estudio las características microscópicas presentaron medias porcentuales de motilidad masal similares dentro de cada grupo, a las dos horas post-mortem de $86\pm 6,1\%$ (cuadro 5), para el método de lavado retrógrado (P1) y $84\pm 4\%$ (cuadro 6), en el método desmenuzamiento del epidídimo (P2), porcentajes análogos a los obtenidos por Chávez (2008), quien obtuvo mediante lavado retrógrado 90% de motilidad masal, en toros de Lidia, considerado valor descriptivo muy bueno. A las cuatro horas post-mortem $76\pm 5,7\%$ (P1) y $72\pm 3,8\%$ (P2), con un valor descriptivo bueno. A las ocho horas post-mortem se obtuvo $56\pm 5,5\%$ (P1) y $54\pm 3,5\%$ (P2), y a las 10h y 24h se tuvo una media de motilidad masal de 40% a 48% de células, con un valor descriptivo regular. Dichos valores descriptivos están de acuerdo a los valores de referencia presentados por Baracaldo (2007), quien señala valores descriptivos muy buenos de 80-90%, bueno de 60-79%, regular de 40-59% y mala menos de 40%.

En lo referente a motilidad individual de espermatozoides frescos colectados del epidídimo a las dos horas de almacenamiento, fue elevada, $76\pm 5,9\%$ (cuadro 5), con técnica de flujo retrogrado y $74\pm 5\%$ (cuadro 6), con la técnica de desmenuzamiento del epidídimo; lo que puede ser considerado dentro de los límites normales para la especie, (Melo *et al.*, 2008); valores poco inferiores al 80% encontrado por Chávez (2008); a las cuatro horas post-mortem se obtuvo valores de $66\pm 4,7\%$ (P1) y $64\pm 4,3\%$ (P2), datos afines a los obtenidos por Sánchez *et al.*, (2010), quienes realizando un estudio a 28 toros de Lidia post-mortem, obtuvieron medias de $60\pm 6,1\%$ de motilidad individual, con un valor descriptivo bueno; en el tercer grupo a las ocho horas post-mortem presentaron $47\pm 4,4\%$ (P1) y $46\pm 3,9\%$ (P2) regular; y a las 10h y 24h post-mortem se obtuvieron valores de 28% y 41% respectivamente; dando un valor descriptivo malo de acuerdo a lo reportado por Barth *et al.*, (2000).

Las lecturas de motilidad individual que se hicieron tanto para el protocolo de lavado retrogrado como para el protocolo de desmenuzamiento del epidídimo, no mantuvieron un patrón uniforme; esto pudiera relacionarse con la variabilidad entre toros de matadero, no reproductores, y más aún en este estudio en el que desconocemos el origen específico de esos machos destinados al consumo y que entendemos no tuvieron una dieta adecuada, lo que pudiera haber afectado de alguna manera su capacidad reproductora (Albers y Barrios 2006).

Calidad del semen post refrigeración a distintos tiempos de evaluación.

El porcentaje de motilidad individual de los espermatozoides obtenidos mediante lavado retrógrado y desmenuzamiento del epidídimo (slicing), luego de ser refrigerados, fueron evaluadas las muestras cada 24 h, dentro de cada método de recolección.

Lapso de recolección	Motilidad Masal %	Motilidad individual %	Espermatozoides Vivos %	Concentración Esp. X10 ⁹ /ml	Esp. Anormales %
2h	84±4	74±5	82,6±2	67±0,5	9,4±1,2
4h	72±3,8	64±4,3	72,2±1,8	67±0,3	8±2
8h	54±3,5	46±3,9	57,6±1,5	56,2±1	10,6±0,5
10h	46±3,4	36±4	49,2±3	58,6±2	9,8±1
24h	40±4,6	28±3,2	34±3,5	61,8±3	10,4±1,5

Cuadro 6. Resultados de la evaluación microscópica del semen obtenido mediante desmenuzamiento del epidídimo (slicing) en diferentes tiempos post-mortem.

Período de evaluación seminal	Porcentaje de Motilidad Individual				
	Tiempo de almacenamiento post-mortem				
	2 horas	4 horas	8 horas	10 horas	24 horas
24h	69±5,8	55±4,3	37±3,5	25±2,7	0
48h	57±4,6	45±4	22±2,6	0	0
72h	46±4,5	34±3,6	0	0	0
96h	37±3,9	22±2,4	0	0	0
120h	26±3,5	8±1	0	0	0

Cuadro 7. Porcentaje de Motilidad Individual evaluada cada 24h post refrigeración, del semen obtenido mediante lavado retrógrado.

El porcentaje de espermatozoides vivos, determinado a las 2h 86±3% (P1) y 82.66±2% (P2); a las 4h 76±4,6% (P1) y 72.2±1,8% (P2), datos que se relacionan a los obtenidos por Chávez M. (2008), que en su estudio determinó 70% y 80%; valores similares encontrados por Morillo *et al.*, (2012), quien comenta que el porcentaje mínimo aceptable para espermatozoides vivos debe alcanzar el 70%.

Barrios (2002), reportó una concentración espermática de 40 a 72 x 10⁹ espz/ml; en el presente estudio se determinó 56,2 a 69 x 10⁹ espz/ml, valores superiores a los anteriores y a los encontrados por Rodríguez (2000), que reportó 15 a 40 x 10⁹ espz/ml. Sin embargo, Castro *et al.*, (2009) encontraron promedios de espermatozoides colectados de la cola de los epidídimos de 1,7 x 10⁹ espz/ml, siendo el mínimo de 0,26 x 10⁹ espz/ml y el máximo de 4,2 x 10⁹ espz/ml. En otros estudios Sánchez y col. (2010), obtuvo una concentración espermática de 380.5x10⁹ espz/ml, valores inferiores a los obtenidos en el presente estudio y el de Chávez (2008), quien reportó de 600 a 1800x10⁶ espz/ml.

En cuanto a morfología el porcentaje de espermatozoides anormales fue 7.92±1,2%, para semen obtenido mediante lavado retrógrado y de 9.64±1,6% para el semen obtenido

mediante desmenuzamiento del epidídimo, Barth (2000) y Anel *et al.*, (2002) confirman que el total de anomalías no debe superar el 30%; sugiriendo que cuando hay pocas anomalías es suficiente contar 100 espermatozoides y cuando encontramos gran cantidad es recomendable contar 300 o más.

Castro *et al.*, (2009), estudiaron la viabilidad de espermatozoides de toros, colectados de epidídimos refrigerados a 4°C, 24 horas después del sacrificio y encontraron resultados similares al de semen eyaculado. Sin embargo, en este estudio los mejores resultados, se obtuvieron en los grupos uno y dos, dentro de los protocolos evaluados; a las 24h se determinó una viabilidad dentro del protocolo uno (P1) 69±5,8% (G1) y 55±4,3% (G2); 57±4,6% (G1) y 45±4% (G2), en el protocolo 2 (P2) a las 48 h; los grupos 3,4 y 5 no presentaron motilidad individual.

Período de evaluación seminal	Porcentaje de Motilidad Individual				
	Tiempo de almacenamiento post-mortem				
	2 horas	4 horas	8 horas	10 horas	24 horas
24h	64±4,7	54±2,7	37±3,4	26±4	0
48h	52±4	44±3,2	18±2	0	0
72h	41±3,7	32±2	0	0	0
96h	30±3,5	16±1,8	0	0	0
120h	20±2,4	0	0	0	0

Cuadro 8. Porcentaje de Motilidad Individual evaluado cada 24h post refrigeración del semen obtenido mediante desmenuzamiento del epidídimo.

Martins *et al.*, (2009) determinó que después de las 48h de almacenamiento en refrigeración, se produce una disminución total de la motilidad, lo que concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo, así también lo confirma Anel (2002), mencionando que, dependiendo del intervalo entre la recuperación de los espermatozoides y la muerte, la motilidad espermática disminuirá significativamente entre las 48h.

Los resultados evidenciaron que no hay diferencia estadística significativa entre métodos de recolección espermática sobre la viabilidad de los espermatozoides. A pesar de esto, los resultados de viabilidad fueron el doble de la mortalidad espermática, lo que indica que los espermatozoides del epidídimo, después de la refrigeración se comportan de la misma manera que los eyaculados (Celeghini *et al.*, 2008), en el cual los espermatozoides inmóviles aún pueden ser viables (Chávez, 2008).

CONCLUSIÓN

Los métodos de recolección utilizados fueron eficientes y repetibles, confirmando que es posible recolectar espermatozoides vivos de la cola del epidídimo de toros postmortem, pudiendo inferirse que estos métodos no influyen sobre la cantidad y calidad de espermatozoides epididimarios. Las muestras obtenidas mediante el protocolo de lavado retrógrado alcanzaron mejores resultados que el protocolo de desmenuzamiento del epidídimo (slicing), aunque éstos no son significativamente diferentes, debiendo recalcar que son datos notables, ya que en la bibliografía revisada no se mencionan trabajos realizados por este procedimiento; más bien sólo lo describen como un método para obtener espermatozoides epididimarios post mortem. La vitalidad espermática es directamente proporcional al tiempo de almacenamiento, los mejores resultados estuvieron en el grupo uno, cuya recolección se realizó a 2h post mortem, mostraron buena sobrevivencia, aunque tienen menor movilidad que los del semen bovino recolectado por métodos convencionales. El mejor periodo de conservación en refrigeración de semen epididimario recolectado entre las 2h y 4h post mortem, se encuentra entre las 24h y 48h; pasado este periodo, la motilidad individual desciende significativamente; siendo viable realizar recuperación y criopreservación de espermatozoides del epidídimo a partir de este material con cualquier protocolo seleccionado; lo que supone una técnica prometedora para conservar recursos genéticos, que ha cobrado gran interés en el caso de algunos animales de alto valor genético que hayan muerto repentinamente.

LITERATURA CITADA

Albers Alvarez MI, Barrios Arismendi DR. 2006. Movilidad individual de los espermatozoides epididimarios de toros post mortem obtenido mediante lavado retrógrado. *Zootecnia Tropical*. 24 (3), 267-279.

http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692006000300006

Anel L, Gerra C, Alvarez M, Anel E, Martinez A, Boixo C, Kaabi M, Herraes P, Paz P. 2002. Effect of postmortem interval in quality of epididymal spermatozoa in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Theriogenology*. 57: 577 (Abstr).

Armas R, Fernández A, Vásquez C. Santiani AA. 2001. Determinación del tiempo máximo para recuperar y criopreservar espermatozoides obtenidos de la cola del epidídimo en caninos post orquiectomía. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 3 (22):199-207. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v22i3.257>

<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/257>

Baracaldo M, Barth A, Bertrand W. 2007. Pasos para el congelamiento de semen bovino: desde la colección del semen hasta el almacenamiento en el tanque de nitrógeno líquido. www.ivis.org/newsletter/archives/apr07/apr3007es.htm

Barbosa Luciano Munita, Kanazawa Mábilis Yumi, Peres Anelise Ribeiro, Ferreira de Souza Fabiana. 2012. Viabilidade do sêmen congelado obtido do epidídimo de touros post-mortem. *Revista Brasileira de Ciências Veterinárias*. 3 (19):190-194. DOI: <http://dx.doi.org/10.22409/rbcv.v19i3.69> <http://www.rbcv.uff.br/rbcv/article/view/69>

Barrios AD. 2002. Evaluación de la calidad y capacidad fecundante de espermatozoides de la cola del epidídimo de toros Post Mortem. (U. C. Venezuela, Ed.) *IX Congreso venezolano de Producción e Industria Animal*. Valera, Venezuela.

Barth A, Bo G, Tríbulo H. 2000. Curso de evaluación de toros y control de la calidad seminal. (U. c. Córdoba, Ed.).

Castro JB, Casas VF, Souza FF. 2009. Viabilidade dos espermatozóides colhidos do epidídimo de touros 24 horas post-mortem. *Resúmenes del Congresso Brasileiro de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, Brasil. 379 p.

Celeghini E, Arruda R, Andrade A, Nascimento J, Raphaela C, Rodrigues P. 2008. Effects that bovine sperm cryopreservation using two different extenders has on sperm membranes and chromatin. *Anim Reproduction Science*. 104:119-131. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2007.02.001>

Chávez M. 2008. Comparación en pruebas microscópicas pre-congelación y post descongelación de semen de toros de lidia post mortem. Recuperado el 16 de febrero de 2015, de <http://androvet.blogspot.com/>

Gonçalves PBD, Figueiredo JR, Freitas VJ. 2008. Biotécnicas aplicadas à reprodução animal (Segunda ed.). São Paulo, Brasil: Editora Roca. 408-410 p.

Goovaerts IGF, Hoflack GG, Van Soom A, Dewulf J, Nichi M, Kruif de A, Bols PEJ. 2006. Evaluation of epididymal semen quality using the Hamilton-Thorne analyser indicates variation between the two caudae epididymides of the same bull. *Theriogenology*. 66 (2):323–330. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.11.018> [http://www.theriojournal.com/article/S0093-691X\(05\)00522-4/abstract](http://www.theriojournal.com/article/S0093-691X(05)00522-4/abstract)

James AN, Green H, Hoffman S, Landry AM, Paccamonti D, Godke RA. 2002. Preservation of equine sperm stores in the epididymis at 4°C for 24, 28, 72 and 96 hours. *Theriogenology*. 58:401-404. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)00883-X](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)00883-X)

Martins CF, Rumpf R, Pereira DC, Dode MN. 2007. Cryopreservation of epididymal bovine spermatozoa from dead animals and its uses in vitro embryo production. *Animal Reproduction Science*. 101:326-331. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2007.01.018>

Martins CF, Driessen K, Melo Costa P, Carvalho-Neto JO, De Sousa R, Rumpf R, Dodec MN. 2009. Recovery, cryopreservation and fertilization potential of bovine spermatozoa obtained from epididymides stored at 5 °C by different periods of time. *Animal Reproduction Science*. 116:50-57. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.12.018>
https://www.researchgate.net/profile/Jose_Carvalho33/publication/23963381_Recovery_cryopreservation_and_fertilization_potential_of_bovine_spermatozoa_obtained_from_epididymides_stored_at_5C_by_different_periods_of_time/links/54f87b450cf210398e96a951/Recovery-cryopreservation-and-fertilization-potential-of-bovine-spermatozoa-obtained-from-epididymides-stored-at-5C-by-different-periods-of-time.pdf

Melo, C. M., Papa, F. O., Fioratti, E. G., Villaverde, A. I., Avanzi, B. R., & Monteiro, G. 2008. Comparison of three different extenders for freezing epididymal stallion sperm. *Animal Reproduction Science*. 3(107):331. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.05.108>

Morillo M, Salazar S, Castillo E. 2012. Evaluación del potencial reproductivo del macho bovino. *Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas*. 60 p.

Oyeyemi MO, Ubiogoro O. 2005. Espermiograma y Características Morfológicas de los Espermatozoides en el Testículo y Epidídimo del Verraco Grande Blanco en Nigeria. *International Journal of Morphology*. 23(3):237-238. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022005000300008>
http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022005000300008&script=sci_arttext

Reyes-Moreno, C., Boilard, M., & Sullivan, R., Sirard M. 2002. Characterization and identification of epididymal factors that protect ejaculated bovine sperm during in vitro storage. *Biol. Reprod*. 66(1):159-166. <https://doi.org/10.1095/biolreprod66.1.159>

Rodríguez Márquez J, Madrid Bury N, Aixa U, Atilio Aranguren J, Quintero A. 2000. Análisis morfométrico del epidídimo en toros jóvenes mestizos 5/8 Holstein y 5/8 Pardo Suizo con testículos pequeños. (U. d. científica, Ed.) *Revista científica, FCV-LUZ*. 10(6):458-467.

http://www.fcv.luz.edu.ve/images/stories/revista_cientifica/2000/06/articulo4.pdf

Sánchez Israel V, Aguiar Loria A, Erosa Denis S, Cervera P, Avilés Ávila V, Navarrete Sierra L, Magaña Sevilla Hector, Baeza Rodríguez Juan, Ortiz de la Rosa Benjamín, Ramón Ugalde Julio. 2010. Congelacion postmortem de semen de toro lidiado. *Subdirección de Coordinación de Enlace Operativo de la DGETA en Mérida, Yucatán*. http://www.centrotorolidia.es/opencms_wf/opencms/system/modules/es.jcyl.ita.site.torolidia/elements/galleries/galeria_downloads/

Saavedra GD, Mas A, Sanes Vargas JM, Vallejo P, Matás Parra C, Seva JI. 2012. Parámetros testiculares y características morfológicas de los espermatozoides epididimarios obtenidos postmortem en el toro de lidia. *Anales de Veterinaria de Murcia*. 28: 7-13. <http://revistas.um.es/analesvet/article/view/188671/155411>
<https://doi.org/10.6018/j/188671>

Siqueira JB, Guimarães JD, Costa EP, Henry M, Torres CA, Silva M. 2007. Relação da taxa de gestação com sêmen bovino congelado e testes de avaliação espermática in vivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 36:387-393. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000200016>

Soler AJ, Estes MS, Fernández SMR, Garde JJ. 2005. Characteristics of Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) spermatozoa cryopreserved after storage at 5°C in the epididymis for several days. *Theriogenology*. 64(7):1503-1513. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X05001056>

Sostaric E, Alberts MBM, Gadella BM, Stout TAE. 2008. The roles of the epididymis and prostasomes in the attainment of fertilizing capacity by stallion sperm. *Animal Reproduction Science*. 107:237-247. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.04.011>

Sudheer S. 2000. Relationship between testicular size and seminal attributes in crossbred bulls. *Indian journal of animal research*. 34(2):159-160. <http://arccjournals.com/journal/indian-journal-of-animal-research/ARCC3548>

Tittarelli C, Savignone CA, Arnaudín E, Stornelli MC, Stornelli MA, De la Sota RL. 2006. Effect of storage media and storage time on survival of spermatozoa recovered from canine and feline epididymides. *Theriogenology*. 66(6):1637-1640. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.01.021>

Yu I, Leibo SP. 2002. Recovery of motile, membrane-intact spermatozoa from canine epididymides stored for 8 days at 4 degrees C. *Theriogenology*. 3(57):1179-1189. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(01\)00711-7](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00711-7)

Artículo Original. Enero-Abril 2018; 8(1):75-79. Recibido: 15/04/2017 Aceptado: 02/08/2017.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.81.7>

Efecto del consumo de palo escrito, alfalfa y maíz en bloques multinutricionales sobre la calidad de la canal y carne de conejos

Effect of the consumption of "palo escrito", alfalfa and corn in multinutritional blocks on the quality of carcass and rabbit meat

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

Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. *Autor responsable y de correspondencia: Ojeda-Ramírez Deyanira, 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, debido a su fácil manejo, alta tasa de reproducción y la posibilidad de generar utilidades por la venta de animales o el beneficio de proteína animal mediante el autoconsumo. Los altos costos de alimentación en la producción de conejos mediante la utilización de alimentos comerciales, hacen que se busquen alternativas de alimentación para esta especie, como puede ser el palo escrito (*Dalbergia palo-escrito* sp). Las hojas de esta planta contienen altas cantidades de proteína, es quizás por ello que, este género forme parte de su dieta. Se evaluó el efecto de la sustitución de la proporción de alfalfa por palo escrito en la dieta de conejos de engorda sobre la calidad de la canal y de la carne de conejos. Los resultados encontrados mostraron que el uso de palo escrito en la dieta de los conejos es totalmente perjudicial, ya que, a la primera semana de tratamiento, todos los animales murieron, a pesar de que ha sido reportado efecto benéfico en algunos otros animales. Respecto al uso de alfalfa o maíz en dietas multinutricionales, los conejos tratados con maíz mostraron una diferencia significativa en los parámetros productivos y en la calidad de la canal con respecto a los tratados con alfalfa. Es necesario seguir estudiando el palo escrito debido a que posiblemente sus metabolitos secundarios pueden tener efecto benéfico si se incluyen como aditivos.

ABSTRACT

Rabbit breeding is an activity that is growing worldwide due to its easy handling, high reproduction rate and the possibility of generating profits from the sale of animals or the benefit of animal protein through self-consumption. The high feed costs in the production of rabbits through the use of commercial food, make that are looked for alternatives of feeding for this species, as it can be the "palo escrito" plant (*Dalbergia palo-escrito* sp). The leaves of this plant contain high amounts of protein, it is perhaps for this reason that this gender is part of their diet. The effect of replacing the proportion of alfalfa per "palo escrito" in the diet of rabbits for fattening on the quality of the carcass and the meat of rabbits was evaluated. The results showed that the use of "palo escrito" in the diet of rabbits is totally harmful, since, in the first week of treatment, all the animals died, even though some beneficial effect has been reported in some other animals. Regarding the use of alfalfa or maize in multinutritional diets, the rabbits treated with maize showed a significant difference in the productive parameters and in the quality of the channel with respect to those

treated with alfalfa. It is necessary to continue studying the "palo escrito" because possibly its secondary metabolites may have the beneficial effect if they are included as additives.

Palabras clave: Meat quality, rabbit production, *Dalbergia* palo-escrito.

INTRODUCCIÓN

El palo escrito es un árbol que se utiliza principalmente por las características de su madera en la elaboración de instrumentos musicales y muebles. Es una planta endémica que se localiza en los estados de Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí; sin embargo, existen más de 100 especies de este género en las diversas zonas tropicales del mundo. Las hojas de esta planta contienen altas cantidades de proteína, es quizá por ello que, en algunos animales, este género forme parte de su dieta (Sosa *et al.*, 2000). Los altos costos de alimentación en la producción de conejos mediante la utilización de alimentos comerciales, hacen que se busquen alternativas de alimentación para esta especie. La alfalfa y el palo escrito como fuente de fibra de proteína en bloques multinutricionales podrían llegar a ser una alternativa. Además, no sólo se quiere explorar el contenido nutricional, sino que también qué pasa con el efecto que tienen esos ingredientes empleados en la elaboración de dietas sobre la calidad de la canal y de la carne de conejos.

El objetivo del presente trabajo fue sustituir la proporción de alfalfa por palo escrito en la dieta de conejos de engorda, con la finalidad de revisar la calidad de la canal y de la carne de conejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 15 conejos de cruce Chinchilla x Nueva Zelanda x California, destetados a los 35 d de edad; los cuales fueron sometidos a tres diferentes dietas alimenticias con bloques multinutricionales isoproteícos, isoenergéticos e isofibrosos; T1 alimentados con una dieta basada en maíz, T2 alimentados con una dieta a base de alfalfa y T3 alimentados con una dieta a base de palo escrito. Los conejos fueron alimentados durante un periodo de engorda (35 d). El consumo de alimento y agua fueron medidos diariamente y los animales fueron pesados una vez por semana. Una vez que los conejos cumplieron con el periodo de engorda, fueron transportados al Taller de Cárnicos del Instituto de Ciencias Agropecuarias, donde se sacrificaron de acuerdo a la NOM-033-SAG/ZOO 2015, para obtener el peso de canal caliente, piel, vísceras y órganos. La canal fue almacenada en refrigeración a 4°C por 24 h, para posteriormente ser diseccionados de acuerdo a las recomendaciones de Blasco y Ouhayoun (1996), obteniendo los pesos de la canal fría, cabeza, parte anterior, media, posterior y piernas. La calidad de la carne se midió en el lomo, para ello se determinó el pH (Oakton), color (Microoptix S560, I-Lab) y

textura (Brookfield CT3). Para el análisis estadístico se empleó un diseño completamente al azar con dos tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La alimentación de los conejos con palo escrito (*Dalbergia palo-escrito*), como sustituto de una planta forrajera como la alfalfa, tuvo un efecto perjudicial para la vida de los conejos; debido a que los animales que consumieron los bloques multinutricionales teniendo como base palo escrito, presentaron una mortalidad del 100%, durante la primera semana de experimento. El palo escrito es utilizado en diversas regiones como plaguicida (Villavicencio-Nieto *et al.*, 2010); sin embargo, se ha reportado que esta planta es consumida por el ganado bovino (Sosa *et al.*, 2000) y por algunos monos (Pozos *et al.*, 2006); ya que cuenta con un alto contenido de proteína (40%). Debido a su alto contenido proteico es que se decidió experimentar como alternativa nutricional en los conejos. En los tratamientos administrando alfalfa y maíz no hubo mortalidad; los parámetros productivos como el peso final y la ganancia diaria de peso fue significativamente mayor ($P < 0.01$) en el tratamiento de maíz (Cuadro 1), comparado con la alfalfa; lo cual coincide con lo reportado por Acosta (2016).

Parámetros productivos	Maíz	Alfalfa
Peso inicial (g)	1106.66 ± 68.36	940.00 ± 44.75
Peso final (g)	1890.33 ± 65.71 ^a	1532.00 ± 43.02 ^b
Ganancia diaria de peso (g)	22.39 ± 0.22 ^a	16.91 ± 0.14 ^b

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

Cuadro 1. Parámetros productivos de conejos alimentados con bloques multinutricionales de maíz y alfalfa.

Con respecto a la calidad de la canal, los conejos que consumieron bloques multinutricionales a base de maíz, presentaron un peso significativamente mayor ($P < 0.05$) de los pulmones, cabeza, parte anterior, posterior y hueso; comparado con los animales tratados con alfalfa (Cuadro 2); lo cual coincide con lo reportado por Acosta (2016), al utilizar bloques nutricionales a base de maíz, utilizando como aglutinante aguamiel.

En la calidad de la carne se puede observar que en el color, el valor a^* fue menor en la carne de los conejos alimentados con bloques de maíz que con los bloques de alfalfa, lo cual indica colores tendientes al rojo en el caso de la alfalfa, debido a que este forraje presenta una mayor capacidad antioxidante en comparación con el maíz; lo cual coincide con lo reportado por Dal Bosco *et al.*, (2014) quienes mencionan que existe mayor

proporción de ácidos grasos insaturados, cuando se alimenta conejos con pellets de alfalfa.

Variable	Tratamiento	
	Maíz	Alfalfa
Circunferencia de la cadera (cm)	21.02 ± 1.20	22.66 ± 0.79
Largo del animal (cm)	30.26 ± 1.93	30.30 ± 1.26
Cadera en canal (cm)	20.46 ± 1.34	19.76 ± 0.87
Largo de la canal (cm)	31.22 ± 0.92	30.66 ± 0.60
Peso canal caliente (g)	971.33 ± 39.61	806.00 ± 25.93
Peso vísceras (g)	513.80 ± 25.61	383.80 ± 16.76
Peso corazón (g)	7.06 ± 2.28	5.40 ± 1.49
Peso hígado (g)	71.60 ± 6.76	43.60 ± 4.42
Pulmones (g)	10.46 ± 0.55 ^a	8.80 ± 0.36 ^b
Sistema digestivo lleno (g)	414.00 ± 40.05	309.00 ± 26.22
Peso de la piel (g)	247.33 ± 6.00 ^a	213.00 ± 3.92 ^b
Peso patas (g)	34.53 ± 4.95	35.20 ± 3.24
Peso canal fría (g)	935.60 ± 40.61	781.60 ± 26.58
Peso de la cabeza (g)	108.40 ± 2.55 ^a	96.40 ± 1.67 ^b
Peso parte anterior (g)	227.86 ± 9.67 ^a	189.20 ± 6.33 ^b
Peso de la parte media (g)	85.86 ± 8.92	73.20 ± 5.84
Peso de la parte posterior (g)	180.53 ± 4.86 ^a	149.20 ± 3.18 ^b
Peso de las piernas (g)	275.60 ± 90.46	321.60 ± 59.22
Peso de los riñones (g)	14.00 ± 1.93	12.00 ± 1.26
Peso de la carne (g)	214.13 ± 15.28	190.80 ± 10.00
Peso del hueso (g)	100.40 ± 0.96 ^a	74.40 ± 0.63 ^b
Peso de la grasa (g)	3.15 ± 0.87	1.28 ± 0.57

^{a,b}=Literales diferentes en filas, indican diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05).

Cuadro 2. Calidad de la canal de conejos alimentados con bloques de maíz y alfalfa.

Variable	Tratamiento	
	Maíz	Alfalfa
L*	36.23 ± 4.06	40.00 ± 2.66
a*	2.00 ± 0.11 ^b	4.00 ± 0.07 ^a
b*	-12.00 ± 1.24	-15.61 ± 0.81
C	12.16 ± 1.18	16.18 ± 0.77
H	21.10 ± 17.38	0.42 ± 11.37
Dureza (gf)	902.90± 346	954.10± 437
Resiliencia	0.23 ±0.035	0.25 ±0.034
Cohesividad	0.63 ±0.065	0.63 ±0.054
Elasticidad	3.33± 0.29	3.40 ±0.27

^{a,b}=Literales diferentes en filas, indican diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05).

Cuadro 3. Color de la carne de conejos alimentados con bloques multinutricionales de alfalfa y maíz.

CONCLUSIÓN

Los parámetros productivos y calidad de la canal de conejos alimentados con maíz, fueron mejor que con alfalfa; pero respecto al color, la variable a fue significativamente mayor en los conejos tratados con alfalfa respecto al maíz. Es importante señalar que la

sustitución de palo escrito por alfalfa en bloques multinutricionales, tiene un efecto detrimental sobre la vida de los conejos en engorda.

IMPLICACIONES

La alimentación de conejos con palo escrito en sustitución por alfalfa utilizando bloques multinutricionales, hace que los animales mueran en la primera semana de alimentación; lo que también hace suponer que tiene uno o varios compuestos que son dañinos para el animal; sin embargo, es necesario seguir estudiando esta planta, debido a que posiblemente sus metabolitos secundarios pueden tener efecto benéfico si se incluyen como aditivos.

LITERATURA CITADA

ACOSTA CI. 2016. Evaluación de parámetros productivos y calidad de la canal en conejos de engorda alimentados con bloques multinutricionales. Tesis de Licenciatura. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo de Bravo, Hidalgo. 58 p.

BLASCO A, Ouhayoun J. 1996. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. *World Rabbit Science*. 4:93–99. DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/wrs.1993.189>

DAL BOSCO A, Mugnai C, Roscini V, Mattioli S, Ruggeri S, Castelli C. 2014. Effect of dietary alfalfa on the fatty acid composition and indexes of lipid metabolism of rabbit meat. *Meat Science*. 96:600-609. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.08.027>

POZO GM, Silva S, Carlos JC. 2006. Comportamiento alimentario de monos aulladores negros (*Alouatta pigra* Lawrence, *Cebidae*) en hábitat fragmentado en Balancán, Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie). 22:53-66. http://www1.inecol.edu.mx/azm/documentos/22_3/E-Pozo.pdf

SOSA REE, Sansores LLI, Zapata BGJ, Ortega RL. 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Téc Pecu Méx*. 38:105-17. <http://www.redalyc.org/html/613/61338201/index.html>

VILLAVIENCIO-NIETO MA, Pérez-Escandón BA, Gordillo-Martínez AJ. 2010. Plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas en el estado de Hidalgo, México. *Polibotanica*. 30:193-238. <http://www.redalyc.org/pdf/621/62114250012.pdf>

AGRADECIMIENTOS

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

Artículo Original. Enero-Abril 2018; 8(1):80-90. Recibido: 04/08/2017 Aceptado: 11/08/2017.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.81.8>

Evolución del síndrome de caída del toro de lidia en los últimos 25 años

"Toro de Lidia" falling-syndrome evolution in the last 25 years

¹Lomillos-Pérez* Juan jmlomp@unileon.es ²Alonso-de la Varga Marta
marta.alonso@unileon.es ²Gaudioso-Lacasa Vicente v.gaudioso@unileon.es

¹Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad Cardenal Herrera-CEU. Valencia (España). ²Departamento de Producción Animal, Universidad de León, España. *Responsable y Correspondencia: Lomillos-Pérez, Juan Manuel. Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad Cardenal Herrera-CEU. C/ Tirant lo Blanc, 7. 46115 Alfara del Patriarca. Valencia, España.

RESUMEN

Se ha registrado la manifestación de caída de 2.225 animales de 3 a 5 años, de la raza de Lidia, desde 1991 en diferentes plazas de toros de 1ª y 2ª categoría siguiendo la metodología y software de valoración etológica de Alonso *et al.* (1995^a). Se parte de un 99,56% de los individuos que presentaron caídas durante los años 1991-1993 con problemas graves en el 17,16% de los animales (caídas tipo 4, 5 y 6) mejorando situación en la actualidad (2014-2016) con un 79,82% de individuos que manifiestan el síndrome, de los que sólo un 8,23% experimentan caídas tipo 4. La manifestación de caídas se acentúa con el avance de la lidia, siendo las formas más leves (tipos 1 y 2) los tipos de claudicaciones más comunes registradas, fundamentalmente en el tercio de muleta, fruto del incremento significativo de su duración. A su vez, se observa una disminución gradual de las formas más graves, llegando a ser prácticamente inexistentes las caídas tipo 5 y 6 en los últimos años. Todo ello asociado a una mejora en la selección y en la alimentación, unida a la implementación de la preparación física del animal previa a la lidia mediante entrenamientos estandarizados.

Palabras clave: raza de lidia, síndrome de caída.

ABSTRACT

There has been registered 2,225 events of falling syndrome in fighting bulls 3 to 5 years old since 1991 in different bullrings of first and 2nd category the study was carried out observing the methodology and software by Alonso *et al.*(1995^a). The present work started with 99.56% of the individuals who showed falls during 1991-1993, with serious problems for the 17.16% of these animals (falls-type 4, 5 and 6) improving the present situation (2014-2016) with a 79.82% of individuals that manifested the syndrome and which only 8.23% experienced the fall-type-4. The manifestation of falls increases during the bullfight, being the milder forms (falls-type 1 and 2) the most common claudication recorded, mainly during the "Tercio de muleta", generated by the significant increase of its duration. At the same time, it is observed a gradual decrease of the most critical forms of fall, becoming almost non-existent fall-type 5 and 6 in recent years. All of this has been achieved thanks to an improvement in genetic selection and feeding, along with the implementation of the animal's pre-fight physical preparation through standardized training.

Keywords: "Toro de Lidia", falling syndrome.

INTRODUCCIÓN

Los problemas relacionados con la movilidad preocupan mucho a los criadores, ya que suponen un deslucimiento del espectáculo, y en los casos más graves una pérdida irreparable de aptitud del animal.

Genéricamente se utilizan los términos “caída” y “falta de fuerza” como sinónimos de un mismo proceso, significando ambos en ese contexto, la manifestación de una debilidad que conduce en ocasiones a la caída del animal. Este procedimiento cursa con debilidad muscular, incoordinación motora y pérdida transitoria de la estación y del equilibrio; denominado todo ello bajo el término común de “síndrome de caída”, el cual ha venido preocupando a distintos autores y estudiosos taurinos desde hace más de un siglo (Alonso *et al.*, 1995^b).

Este hecho ha sido descrito y citado por numerosos autores y comentaristas taurinos del siglo XVIII y XIX (Orensanz, 1950), pero la frecuencia de aparición de dicho problema empieza a ser preocupante en los ruedos a partir de la década de 1910; si bien con desigual manifestación, debido a la tauromaquia de la época. Es precisamente con la aparición del toreo moderno, a partir del torero Juan Belmonte (1892-1962), cuando la exigencia de humillar al toro para facilitar el toreo circular, hizo que la falta de fuerzas comenzara a manifestarse con mayor intensidad (Jiménez Chamorro, 2000).

A partir de 1930, la presentación del síndrome se generaliza y las caídas son más frecuentes y alarmantes (Jordano y Gómez Cárdenas, 1954; Mármol, 1967). Afecta tanto a machos como a hembras y a ejemplares de todas las edades: toros, novillos, erales, becerros, vacas, etc. (Castejón, 1985; García-Belenguer *et al.*, 1992); se observa en individuos de distintas ganaderías, independientemente de su peso y de la categoría de la plaza donde se lidian y de la distancia de ésta hasta la dehesa de origen (Jordano y Gómez Cárdenas, 1954). Además, dentro de una misma ganadería la respuesta es muy diversa (Orensanz, 1950). Arévalo (2008) y Alonso *et al.* (1995^b), coinciden señalando que aquellos animales que manifiestan patrones de comportamiento indicativos de bravura y gran esfuerzo físico, presentan mayores frecuencias de caída total y de las formas leves de claudicación.

Las teorías que han tratado de explicar la etiología de la caída han sido muy numerosas y variadas; las más simples atribuyen el problema a razones físicas; como traumatismos del transporte, fraudes como el dopaje que pueda mermar la fuerza del animal, etc., fisiológicas por alteración en el proceso de glucólisis debido al estrés, debilidad muscular por largas estancias en corrales y chiqueros, etc; y las más complejas consideran que el

origen del síndrome es genético, por la herencia de un gen determinante de la caída (Jordano y Gómez Cárdenas, 1954; Mármol, 1967; Rodero *et al.*, 1985).

La realidad es que el toro de Lidia padece un síndrome de caída, derivado de múltiples causas predisponentes, que se ha mantenido durante los años con una incidencia variable. En este trabajo queremos analizar sus características y evolución durante los últimos 25 años.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente trabajo hemos estudiado 2.225 animales de 3 a 5 años, de la raza de Lidia, durante cinco periodos (1991-1993, 2004-2006, 2007-2009, 2010-2012 y 2014-2016) en diferentes plazas de toros de 1ª y 2ª categoría, siguiendo la metodología y software de valoración etológica descrita por Alonso *et al.* (1995^a), que consideran seis tipos diferentes de caídas en virtud de la gravedad de la claudicación, o del grado de incoordinación motora evidenciado por el animal (tabla 1).

Tipo de caída	Descripción
1	Locomoción irregular, así como por el contacto momentáneo de la cara dorsal de la pezuña y/o la zona articular del menudillo con el suelo.
2	Flexión momentánea durante el apoyo de la articulación carpo-metacarpo o tarso-metatarso, existiendo contacto de dichas articulaciones con el suelo.
3	Contacto transitorio con el suelo, durante menos de 10 s, bien del esternón, papada y/o cabeza, o bien del corvejón, flanco y/o nalga, según se trate de las extremidades anteriores o posteriores, respectivamente.
4	El animal adopta una posición de decúbito lateral total o esternoabdominal, con duración inferior a 20 segundos; igualmente cuando en caída tipo 3 el contacto con el suelo tiene una duración superior a 10 s e inferior a 20 s.
5	Cuando el decúbito del animal (caída de tipo 4), o el contacto con el suelo que origina el tipo 3, se prolongan más allá de los 20 s, pero sin llegar a los 120 s.
6	Cuando el decúbito tiene una duración superior a 120 segundos.

Tabla 1. Descripción de los 6 tipos de caída (Alonso, 1995^a).

Mediante dicho programa informático se obtiene un registro secuencial de la manifestación de caídas a lo largo de todo el espectáculo y su clasificación; a su vez se registra el momento de inicio de cada uno de los tercios, de este modo es posible saber en qué parte del espectáculo se ha producido cada una de las caídas y la frecuencia de cada tipo de claudicación en las diferentes partes de la lidia. Los resultados estadísticos se han obtenido haciendo uso del programa Statistica para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Animales devueltos

En la tabla 2 se observa la evolución de los animales devueltos durante cada periodo estudiado, observando una disminución general en el porcentaje de individuos a lo largo de los años.

Periodo (años)	Animales lidiados	Animales devueltos	Porcentaje devueltos
1991-1993	737	55	7,46 %
2004-2006	650	43	6,21 %
2007-2009	475	16	3,37 %
2010-2012	263	13	4,94 %
2014-2016	100	4	4 %

Tabla 2. Animales porcentaje de animales devueltos por falta de fuerzas.

La mayoría de los ejemplares fueron devueltos después del tercio de varas, donde existe un mayor desgaste físico del toro que evidencia habitualmente la falta de fuerza que imposibilita la continuación de la lidia. La evolución del 7,46 % y el 6,21 % de animales devueltos durante los primeros periodos al 4% actual demuestra una mejor preparación física del animal, gracias a la mejora en alimentación y los protocolos de entrenamiento físico implementados en la mayoría de las ganaderías en los últimos diez años.

En el presente estudio, únicamente se registraron los signos clínicos de un problema que puede verse originado por múltiples causas; entre ellas, el estrés sufrido por el animal en el transporte hasta la plaza, o durante su estancia en los corrales. Obviamente el transporte ha evolucionado mucho en los últimos años, tanto los vehículos como las carreteras, mejorando las condiciones y duración del mismo; lo que puede haber disminuido el estrés del toro y ello influir en la manifestación de caídas en la plaza. Igualmente, las instalaciones y corrales de las plazas de toros actualmente son más amplias y confortables para el animal, lo que sin duda incide en el bienestar previo a la lidia.

2. Frecuencia de presentación de caída

El porcentaje total de toros que presentaron algún tipo de caída ha ido disminuyendo con los años, del 99,56% registrado inicialmente (1991-1993) al 79,82% registrado en los últimos tres años 2014-2016, (Gráfico I).

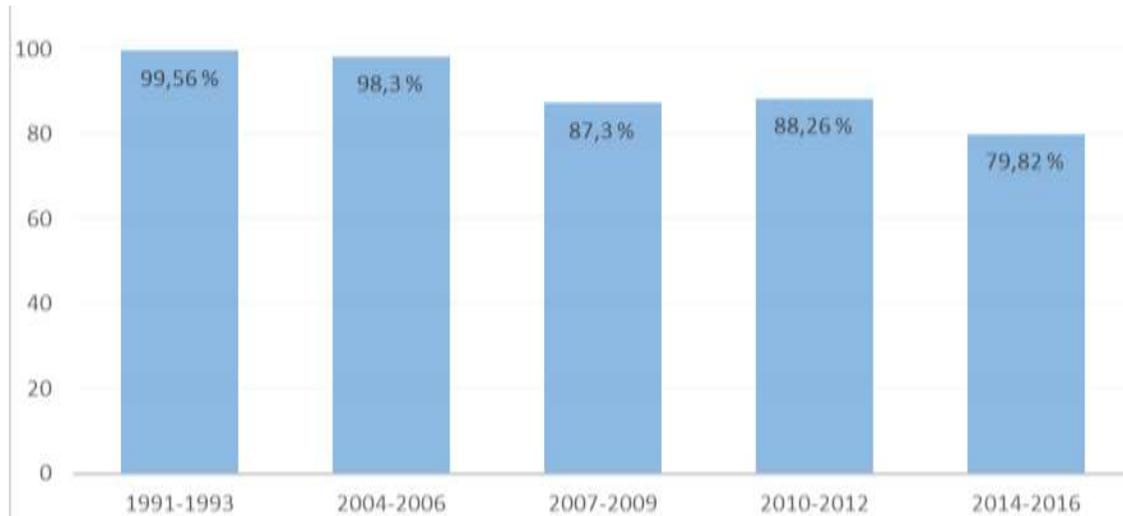


Gráfico I. Evolución de la tasa de presentación de caída (%).

Los datos explican que la gran prevalencia que existía durante la década de los 90's del síndrome de caída, ha ido disminuyendo hasta la actualidad. En la década de los 80, Castejón (1985) afirma que en la plaza de Madrid se llegó a pedir la devolución a los corrales del 80% de los toros por mostrar debilidad; este problema se ha ido reduciendo en los últimos años, presumiblemente, en relación con una mejora en el manejo alimentario y sanitario (Bartolomé *et al.*, 2011); sin embargo las caídas persisten y es un gran problema a solucionar.

Otros autores han estudiado la caída, pero cada uno con un método de valoración diferente, lo que hace que no podamos comparar los resultados (Jordano y Gómez Cárdenas (1954), García-Belenguer *et al.* (1992), Alonso Menéndez *et al.* (2007), Aceña *et al.* (1995) y Costa (1992).

3. Duración de las diferentes partes de la lidia y distribución de la caída por tercio

La duración media de la lidia en nuestro estudio se eleva de 14,07 min en los '90, hasta los 17,65 min actuales; básicamente por un aumento de la duración del tercio de muleta, acentuado en los últimos años.

Periodo (años)	n	Inicio	Varas	Banderillas	Muleta	Lidia completa
1991-1993	682	92,62	154,41	195,09	406,05 ^a	844,45
2004-2006	650	144,81	127,56	135,39	587,96 ^b	995,93
2007-2009	475	131,8	156,5	158,5	565,9 ^b	1012,6
2010-2012	233	134,72	173,99	174,92	519,78 ^b	1003,41
2014-2016	100	129,22	161,92	163,87	634,21 ^c	1059,22

Tabla 3. Duración de los tercios desde 1991 a 2016 (s).

El predominio del último tercio concuerda con las valoraciones efectuadas por Sanes *et al.* (1994), que señalan que la duración del tercio de muleta supone el 38.37%, 48.08% y 50.85% del tiempo total de lidia. En nuestro caso hemos observado para los años más recientes, objeto de nuestro estudio, un incremento de este porcentaje hasta el 51.82%, el porcentaje más alto registrado para este tercio en comparación con los estudios anteriores.

Si bien la duración de estos periodos de la lidia va a depender de forma considerable, en primer lugar, de la categoría de la plaza, pues en plazas de primera se contabiliza un tercio de varas de mayor duración, dado que es imprescindible que el animal acuda al menos dos veces al caballo, y el tercio de banderillas suele ser más lúcido y largo. En segundo lugar dependerá de la destreza de los toreros, y por último de la procedencia del toro; es sabido que algunos encastes suelen caracterizarse por la fijeza y repetición de las embestidas en el capote, siendo por tanto animales propicios para realizar tercios de varas y banderillas cortos (Domecq, 2008); mientras que otros se caracterizan por ser muy “abantos”, es decir animales distraídos, que en los inicios no fijan su atención en ningún estímulo, prolongando de esta forma la duración de los tercios precedentes al de muleta (Purroy, 2003; Rodríguez Montesinos, 2002).

Es el tercio de muleta el que presenta la mayor aparición de caídas en todos los periodos estudiados, las manifestaciones de caída se agravan y aumentan de frecuencia a medida que transcurren los diferentes tercios de la lidia, llegando en la muleta a más del 55% de las claudicaciones (tabla 4).

Los animales en los primeros tercios se mueven a mayor velocidad que en fases sucesivas, empleando en ejercicios como media el 41% del tiempo total del tercio, lo cual confiere al esfuerzo un carácter intermedio entre el modelo continuo y el patrón de ejercicio intermitente. En cambio, en el tercer tercio, el toro adopta un modelo de ejercicio intermitente, durante el cual se alternan muletazos de largo recorrido, aislados o en serie. Este tipo de movimiento de cabeza baja durante el 45.6% del tiempo del tercio,

predispone al animal a sufrir caídas de tipo 1, 2 y 3, fundamentalmente. Además, el animal acumula en este momento un estado elevado y progresivo de fatiga, evidenciado por la abertura de la boca en el 47.3% de su tiempo y el aumento de la frecuencia respiratoria.

Periodo (años)	n	Inicio	Varas	Banderillas	Muleta
1991-1993	682	9,06	18,88	11,82	55,76
2004-2006	650	13,94	13,98	7,52	64,52
2007-2009	475	10,56	21,11	9,44	58,95
2010-2012	233	8,67	22,80	10,07	58,60
2014-2016	100	9,74	23,80	8,91	57,55

Tabla 4. Porcentaje de caídas registradas en cada tercio.

Asimismo, como hemos mencionado anteriormente, teniendo en cuenta que el tercio de muleta es el último de la lidia y es el de mayor duración, es comprensible que la mayoría de las caídas se expresen en este tercio. Por otro lado, el menor número de caídas se registran en el tercio de banderillas, donde el toro realiza un menor esfuerzo físico, es decir, no se desplaza tanto como en el inicio; se le permiten ciertas pausas y el animal fundamentalmente se cita a cuerpo limpio por el banderillero, embistiendo con la cabeza alta, con desplazamientos rápidos, pero de corto recorrido.

4. Tipos de caídas experimentadas

Las variedades de claudicación de tipo 1 y 2 pueden pasar inadvertidas para cualquier espectador que no esté pendiente de las extremidades del toro, pues estas caídas leves no suponen una interrupción apreciable del normal discurrir del espectáculo. Las caídas 3, 4, 5 y 6 sí suponen un problema evidente para la lidia, causando interrupciones que deslucen la faena. En este sentido, el animal ha disminuido de forma considerable el padecimiento de caídas más graves en los dos últimos periodos estudiados (2010-2012 y 2014-2016), gracias a su mejor adaptación al espectáculo; hecho evidenciado por la no presentación de caídas 4, 5 y 6 en estos periodos. Sin embargo, vemos que los porcentajes de animales que presentan caídas siguen siendo altos: más del 60% de los animales sufren caídas tipo 1 y 2 en los últimos años (tabla 5).

Periodo (años)	n	Caída 1	Caída 2	Caída 3	Caída 4	Caída 5	Caída 6
1991-1993	682	98,24	80,94	58,21	12,46	4,55	0,15
2004-2006	650	89,94	76,3	82,78	17,84	4,23	0
2007-2009	475	51,29	69,03	57,74	17,74	0,97	0,32
2010-2012	120	79,38	69,22	59,85	10,11	0	0
2014-2016	100	69,73	61,28	47,28	8,23	0	0

Tabla 5. Porcentaje de animales que presentan alguno de los tipos de caída.

En el gráfico II se aprecia, cómo estos porcentajes han disminuido con el paso de los años, siendo la caída tipo 1 mayoritaria en los años 90 (69,4% de las caídas), para ocupar actualmente los tipos 1 y 2 una tasa muy similar (35,12% y 35,62%).

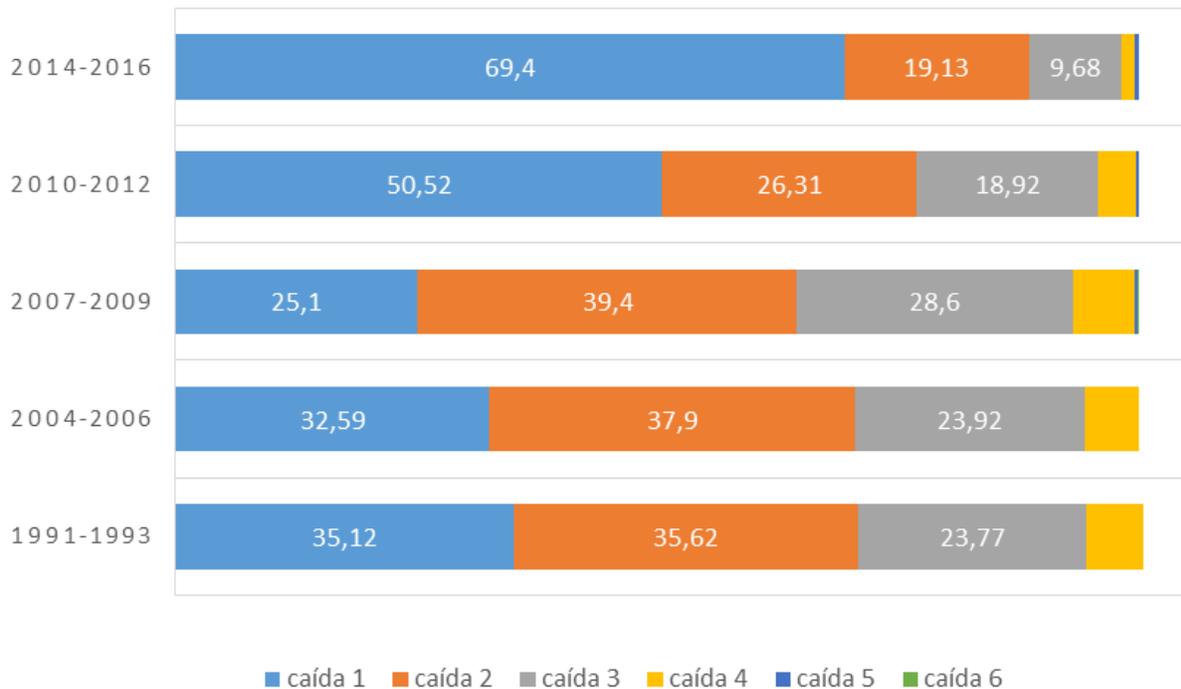


Gráfico II. Porcentaje de cada tipo de caída del total de claudicaciones manifestadas

El número de caídas tipo 1, 2 y 3 se ha uniformizado, ocupando porcentajes muy similares en los últimos 10 años. La reducción del número de caídas y la disminución de su gravedad vienen acompañadas de mejoras en el campo de la selección genética y la alimentación del toro en su fase de acabado, complementadas con la introducción de protocolos de entrenamiento físico, que según los estudios de Agüera *et al.* (1998 y 2001) contribuyen a preparar la fisiología del toro al esfuerzo físico que desarrolla durante la lidia, para el cual no está adaptado por su naturaleza sedentaria (Picard *et al.*, 2006). Quizá actualmente, la selección más exhaustiva del ganadero influya en la cría de un animal más adaptado fisiológicamente al esfuerzo físico que conlleva la lidia (Escalera *et al.* 2012; 2013)

CONCLUSIÓN

La disminución en la tasa y gravedad de las caídas observadas en los últimos 25 años, refleja un cambio en las condiciones físicas del animal, fruto del trabajo de la mejora en la alimentación del ganado y de una selección exhaustiva del ganadero; descartando para la reproducción a los animales que manifiestan síntomas de debilidad durante la tiente; sumadas a la preparación física llevada a cabo durante los últimos años mediante protocolos de entrenamiento. Por otra parte, quizá los animales con el tiempo han adquirido una mayor adaptación fisiológica al estrés, que conlleva el transporte y la propia lidia, que les permite afrontarla con mayores garantías energéticas.

LITERATURA CITADA

- ACEÑA MC, García-Belenguer S, Gascón M, Purroy A. 1995. Modifications hématologiques et musculaires pendant la corrida chez le taureau de combat. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 146, (4): 277-282. <http://www.revmedvet.com/artdes-us.php?id=430>
- AGÜERA E, Rubio MD, Vivo R, Escribano BM, Muñoz A, Villafuerte JL, Castejón F. 1998. Adaptaciones fisiológicas a la lidia en el toro bravo. Parámetros plasmáticos y musculares. *Veterinaria México*. 29 (4): 399-403. <http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumen.cgi?IDARTICULO=15540>
- AGÜERA E, Santisteban R, Villafuerte JL, Escribano BM, Rubio MD. 2001. Estudio del eritrograma y leucograma en el toro bravo. *Medicina Veterinaria*. 18 (5): 430-434. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4410324>
- ALONSO ME, Sánchez JM, Riol JA, Gutiérrez P, Gaudioso VR. 1995^a. Estudio del Síndrome de Caída en el toro de lidia. I. Manifestación e incidencia. *ITEA-INF TEC ECON AG*. 2:81-92. ISSN línea 2386-3765. ISSN 1699-6887.

ALONSO ME, Sánchez JM, Riol JA, Gutiérrez P, Gaudioso VR. 1995^b. Estudio del síndrome de caída en el toro de Lidia: III. Relación con el comportamiento exhibido durante la lidia. *ITEA-INF TEC ECON AG*. 3:105-117. ISSN línea 2386-3765. ISSN 1699-6887.

ALONSO MENÉNDEZ R, Hebrero Bravo C, Pizarro Díaz M. 2007. La caída del toro bravo y su posible relación con el encaste, el peso y la edad. *Profesión Veterinaria*. 66:32-34. ISSN : 2253-7244.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3671115>

ARÉVALO JC. 2008. El toro de Pamplona, como síntoma. *6 Toros* 6. 734: 5.

BARTOLOMÉ DJ, Posado R, García JJ, Alonso ME, Gaudioso VR. 2011. Acidosis ruminal en el toro bravo. *Revista Albéitar*. 148(14-16). ISSN: 1699-7883. <http://albeitar.portalveterinaria.com/revistasonline/148.html>

CASTEJÓN FJ. 1985. Incoordinación motora y caída del ganado bravo durante la lidia. *Revista SYVA*. Febrero. 2:0-44.

COSTA A. 1992. Sobre la caída de los toros de lidia y actuación veterinaria. *Revista Veterinaria de la Comunidad de Valencia*. 34:15-17.

DOMECQ SOLÍS B. 2008. Lidia del toro en la plaza. La ficha del ganadero. *6 Toros* 6. 706:18-21.

ESCALERA-VALENTE F, González-Montaña R, Alonso-de la Varga ME, Peña-Parra B, Lomillos-Pérez JM, Carrillo-Díaz F, Gómez-Danés AA, Gaudioso-Lacasa V. 2012. Estatus ácido-base, gasométrico y electrolítico y su relación con el síndrome de caída en toros de lidia. *Abanico Veterinario* 2 (3): 36-46. <http://www.medigraphic.com/pdfs/abanico/av-2012/av123e.pdf>

ESCALERA-VALENTE F, González-Montaña R, Alonso de la Varga ME, Lomillos-Pérez JM, Gaudioso-Lacasa V. 2013. Influence of intense exercise on acid–base, blood gas and electrolyte status in bulls. *Research in Veterinary Science* 95:623–628. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.03.018>

GARCÍA-BELENQUER S, Purroy A, González JM, Gascón M. 1992. Efecto de la complementación con selenio y vitamina E sobre la adaptación de vacas bravas al estrés físico de la tiente. *ITEA-INF TEC ECON AG*. 3:205-211. ISSN línea 2386-3765. ISSN 1699-6887.

JORDANO D, Gómez Cárdenas G. 1954. Investigaciones sobre la caída de los toros de lidia. *Archivos de Zootecnia*. 3(9):3-52. ISSN: 1885 – 4494.

MÁRMOL M. 1967. La caída del toro de lidia. *Ganadería*. 292: 533-535. ISSN: 1695-1123.

ORENSANZ J. 1950. ¿Por qué se caen los toros bravos durante la lidia?. *Ganadería*. 79:26-27. ISSN: 1695-1123.

PICARD B, Santé-Lhoutellier V, Ameslant C, Micol D, Boissy A, Hocquette JF, Compan H, Durand D. 2006. Caractéristiques physiologiques de taureaux de la race Brave à l'issue de la corrida. *Revue Méd. Vét.* 157(5):293-301. ISSN: 0035-1555. http://www.revmedvet.com/2006/RMV157_293_301.pdf

PURROY A. 2003. Comportamiento del toro de lidia. En el campo, en el ruedo. Ed.: Universidad Pública de Navarra. Pamplona. España. 267p. ISBN: 9788497690317.

RODERO A, Alonso F, García Martín J. 1985. Consanguinidad en el toro de lidia. *Archivos de Zootecnia*. 34(130):225-234. ISSN: 1885 – 4494. http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/29_11_11_130_3.pdf

RODRÍGUEZ MONTESINOS A. 2002. Prototipos raciales del vacuno de lidia. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. ISBN: 9788449105371.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto de investigación titulado: “Estudio del efecto de diferentes prácticas de manejo sobre el rendimiento etológico del toro bravo” de la Universidad de León (España) y el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL).

Artículo Original. Enero-Abril 2018; 8(1):91-101. Recibido: 12/06/2017 Aceptado: 10/09/2017.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.81.9>

Cacería de venados *Odocoileus virginianus*, *Mazama americana* (Artiodactyla: Cervidae) en tres comunidades de Yucatán

Deer hunting *Odocoileus virginianus*, *Mazama americana* (Artiodactyla: Cervidae) in three communities of Yucatan

Montes-Pérez Rubén* mperez@correo.uady.mx, Ek-May Pedro biol_pedroek@outlook.com, Aguilar-Cordero Wilian acordero@correo.uady.mx, Magaña-Monforte Juan jmagana@correo.uady.mx, Montes-Cruz Fausto javiermontes86@gmail.com

Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán. México. *Autor responsable y de correspondencia: Montes-Pérez Rubén. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xmatkuil km 15.5. CP. 97315 Mérida, Yucatán, México.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue caracterizar la cacería de venados *O. virginianus* y *M. americana* en tres comunidades rurales del municipio de Tzucacab, Yucatán, México. Se utilizó la técnica de muestreo de bola de nieve para identificar a los campesinos/cazadores, y con ellos se aplicó la técnica de encuesta, entrevista abierta y a profundidad, observación participativa y el registro de datos biométricos de los ejemplares cazados. Los resultados mostraron que la principal técnica de cacería es la batida. La cantidad de cazadores para la batida fluctúa entre 3 y 14, esta actividad se efectúa a lo largo del año. La cantidad total de animales extraídos en una semana de registro para cada uno de los cuatro meses fue de 12 ejemplares, con una biomasa total de 512 kg, siendo 455 kg de carne de *O. virginianus* y 57 kg de *M. americana*. Se cazan hembras y machos de diferentes pesos, sin embargo, se informa de la extracción de venados que no son aprovechados, denominados heridos-mal tirados, porque sufren el impacto del disparo, pero no son derribados y escapan a la cosecha. El impacto que tiene la cacería frecuente de venados sobre la viabilidad de sus poblaciones se desconoce y es necesario investigarla.

Palabras clave: cacería, *Mazama*, *Odocoileus*, venado cola blanca, venado temazate.

ABSTRACT

The objective of this paper was to characterize the hunting of deer *O. virginianus* and *M. americana* in three rural communities in the municipality of Tzucacab, Yucatán, Mexico. The snowball technique was used to identify the peasants/hunters, and with them applied the techniques of survey, open and depth interviewing, participatory observation and the recording of biometric data of specimens hunted. The results showed that the main technique of hunting is the "batida". The number of hunters for the batida fluctuates between 3 and 14, this activity is carried out throughout the year. The total number of animals in a week of record for each of the four months was 12 individuals, with a total biomass of 512 kg, of which 455 kg were of meat of *O. virginianus* and 57 kg of *M. americana*. Males and females of different weights are hunted, however, reported the removal of deer that are not exploited, called "heridos-mal tirados", because they suffer from the impact of the shot but they are not broken down and escape to harvest. The impact of frequent hunting of deer on the viability of their populations is unknown and it is necessary to investigate.

Key words: brocket deer, hunting, *Mazama*, *Odocoileus*, white tailed-deer.

INTRODUCCIÓN

Aún cuando el origen del aprovechamiento directo de la fauna y flora silvestre aparece con la misma historia de las sociedades humanas, en la actualidad se ha reportado actividad intensa de la cacería. Naranjo *et al.* (2010) mencionan que en la selva Lacandona 190 cazadores de cinco comunidades rurales extrajeron 782 animales, principalmente aves, mamíferos y reptiles; las cantidades alcanzaron valores de 8.2 toneladas de carne, equivalente a 43.2 kg/cazador, al año.

En el Estado de Yucatán, la cacería es una práctica arraigada en las comunidades rurales, donde diversión, tradiciones y necesidad por carne de monte para alimentación y falta de empleo, son algunos de los factores que conducen a la cacería de fauna silvestre (Landewee, 2009; Montiel y Arias, 2008).

De acuerdo con el reporte de Segovia (2001), en el municipio de Tzucacab, Yucatán; los venados son los más cazados, especialmente cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y temazate (*Mazama americana*), información que es similar a lo reportado por Narváez (2017), en cuanto a venado cola blanca en Yucatán.

Un análisis crítico sobre esta práctica en Yucatán (Robles de Benito, 2010), revela que existen otros factores de índole económico y político que originan el aprovechamiento de fauna silvestre. El autor menciona: "La realidad, entonces es que se siguen cazando venados sin control y sin sanción, en una especie de 'clandestinidad' que resulta más bien una suerte de ceguera voluntaria por parte de las autoridades de los tres niveles de gobierno. En este panorama, no sorprende que cazadores comerciales oportunistas y desde luego mejor pertrechados y armados que los campesinos.... acudan a terrenos ejidales, comunales o nacionales y contribuyan a abatir los números de las poblaciones locales de venados".

A partir de 1997 el gobierno Federal propuso dirigir la política mexicana en materia de conservación de vida silvestre hacia la operación del binomio conservación y aprovechamiento; en el año 2000 se publica la Ley General de Vida Silvestre en el Diario Oficial de la Federación, en este documento se indican las medidas legales para controlar y sancionar la conducta de los ciudadanos que tienen actividades sobre el aprovechamiento de flora y fauna silvestre mexicana, brindando mecanismos regulatorios sobre el aprovechamiento, extractivo y no extractivo de partes y derivados de la vida silvestre; siendo la cacería una de las formas de aprovechamiento extractivo de fauna silvestre.

Como se puede observar la actividad de la cacería tiene impacto sobre algunas especies de fauna principalmente de venados, al menos en el estado de Yucatán; por lo que el objetivo del presente trabajo fue, caracterizar la importancia biológica, usos y

aprovechamiento de venados (*Odocoileus virginianus*, *Mazama americana*), a través de la cacería de subsistencia en tres comunidades rurales del municipio de Tzucacab en el estado de Yucatán, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio se ubica en el municipio de Tzucabab al sur del estado de Yucatán, México. En la región el clima es cálido subhúmeda, clasificación como Ax'(wo)(i')g, las lluvias se presentan en el verano e invierno (Orellana y Espadas, 2010).

La presente investigación se efectuó en las comunidades: Blanca Flor, Xcobiakal y El Corral; primero se visitaron las tres localidades, para contactar a las autoridades de Tzucacab cabecera municipal, comisarios ejidales y posteriormente a los informantes clave, los campesinos/cazadores; a los cuales se les aplicó una encuesta y entrevistas a profundidad, que permitieron obtener datos de sus actividades, tipo de cacería, usos y aprovechamiento de los venados cazados; también se utilizó la observación participativa y registro de datos biológicos directos de cada evento de cacería; se registraron los pesos, talla, desarrollo corporal y cantidad de venados cazados en las tres comisarías participantes. Los datos fueron analizados y procesados a través de una base de datos en Excel; esta etapa se ejecutó durante cuatro meses: octubre y noviembre de 2009, enero y marzo de 2010.

Para la selección de los participantes se usó el método de muestreo no probabilístico, denominado Bola de Nieve; se emplea en situaciones cuando es difícil localizar a los miembros de un grupo específico (Martínez-Salgado, 2012); en este caso los campesinos/cazadores, especialmente porque éstos conservan discreción para manifestar sus prácticas de cacería. En este trabajo se utiliza la denominación campesino/cazador, porque los participantes en los eventos de cacería se dedican a dos actividades principales, la agricultura y cacería.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Técnicas de cacería: entre las diversas técnicas de cacería reportadas en las encuestas (n=47), la más frecuente usada por los campesinos/cazadores de las tres comunidades fue "pasear en el monte" (90 %), seguido por "batida" (40 %), "espía" (20 %) y "lamparear" (6.7 %). Sin embargo, la observación participativa reveló que el 72.7 % (16/22) optan por la "batida" y 9.09 % (2/22) por "pasear en el monte"; porque al salir en batida y con ayuda de perros es más probable hallar y cazar a la presa.

La figura 1 izquierda, muestra un grupo de campesinos/cazadores y sus perros; la figura 1 derecha, muestra la carne en porciones para ser repartida entre los mismos. En la Tabla 1 se muestra información detallada de la técnica de cacería en cada uno de los sitios de

estudio mediante la observación participativa. La frecuencia de los eventos de cacería en los cuatro meses de estudio fue mayor en la comunidad de Corral (12 salidas para cacería), seguido por Xcobiakal (6 salidas) y Blanca Flor (4 salidas), completando 22 salidas.

El sitio preferido de cacería fue la selva en diferentes estados de sucesión, donde se cosechó el mayor número de presas (venado cola blanca), registrándose un 83.3% de animales cazados; mientras que la milpa sólo alcanzó un 16.7%, lo que es cercano a lo encontrado en Tzucacab por Segovia (2001), quién reportó que en vegetación secundaria presentó 21% de registros y en la milpa 18.4%. Los sitios preferidos de cacería, denota el conocimiento de los campesinos/cazadores por las preferencias alimenticias y áreas de refugio de los animales a cazar; ellos saben que donde la selva está menos perturbada, la fauna silvestre puede encontrar refugio, tal como lo indica Coba (2011), que reporta el uso preferencial de los venados por la selva sobre acahual o milpa.



Figura 1. En la foto izquierda, un grupo de cazadores se dirigen a aplicar la técnica de batida. La foto derecha muestra las porciones de carne de venado repartida entre los cazadores.

La mayoría de las presas obtenidas fueron mediante la técnica de batida con escopeta calibre 16 y rifle calibre 22, con las cuales utilizan de 1 a 4 disparos, siendo lo más frecuente solo 1 (59%); lo cual significa que los campesinos/cazadores tienen poca posibilidad de repetir el disparo sobre la presa. La cantidad de perros son de 3 a 8 en la batida, lo que significa que la función de los perros es muy importante para localizar los rastros de los venados, y de esta manera tener mayor probabilidad de cazarla, especialmente porque los perros que utilizan han sido entrenados para ese fin.

La cantidad de campesinos/cazadores que participan en la batida son variables, desde el mínimo de 3, hasta 14; estos datos coinciden con Landewee (2009), la cual reporta que los grupos de batida son de 5 a 20 personas. Hay un marcado contraste en la cantidad

de miembros en la batida, de acuerdo a los comentarios de los mismos campesinos/cazadores, algunas de las condiciones por la que existe diferencia en el número de participantes es que a mayor número de campesinos/cazadores, corresponde una menor proporción de carne para cada uno, debido a la repartición entre los participantes, o la migración de campesinos/cazadores a las grandes ciudades para trabajar como jornaleros en la construcción, por tanto se formarían grupos pequeños.

Localidad	Técnica de cacería	Cantidad de cazadores	Calibres de armas de fuego	Número de tiros	Número de perros
Corral	Batida	3	16 y 22	2	5
Xcobiactal	Espía	1	22	1	5
Xcobiactal	Batida	14	22	2	6
Corral	Batida	5	16 y 20	2	5
Corral	Batida	3	16 y 22	2	5
Corral	Batida	3	16 y 20	1	8
Corral	Paseo por monte	1	16	1	5
Corral	Paseo por monte	1	16	1	0
Corral	Batida	3	16 y 22	1	5
Xcobiactal	Batida	7	16	1	8
Xcobiactal	Lamparear	2	16 y 20	1	0
Blanca Flor	Batida	6	16 y 20	2	4
Blanca Flor	Batida	6	16 y 20	1	4
Blanca Flor	Batida	6	16 y 20	1	3
Blanca flor	Batida	3	20	1	3
Corral	Batida	5	16 y 20	3	8
Corral	Batida	5	16 y 20	3	5
Corral	Batida	5	16 y 20	4	4
Xcobiactal	Espía	1	16	1	5
Corral	Batida	4	16 y 20	2	4
Xcobiakal	Espía	1	16	1	5
Corral	Batida	3	16 y 20	1	5

Tabla 1. Técnica de cacería, número de participantes, tiros y tipo de arma usada durante la actividad de cacería en las tres comunidades estudiadas.

La mayor frecuencia de cacería es en horarios diurnos, aproximadamente entre las 2:00 y 3:00 pm, el horario de cacería se efectúa después de las labores normales del campesino/cazador y está ligada a la disponibilidad de tiempo de los dueños de los perros; por tanto no hay regularidad en la frecuencia ni cantidad de participantes en la batida; estos resultados coinciden con lo reportado por Landewee (2009), la cual menciona que la cacería frecuentemente es en horario diurno en comunidades rurales de Yucatán.

Aspectos biológicos de venados cazados: el peso promedio de los venados cazados en el periodo de estudio fue de 42.66 ± 19.13 kg. La cantidad de biomasa total cosechada

en el mismo periodo fue de 512 kg, de éstos 455 kg fue de venado cola blanca *O. virginianus* (88.87%) y 57 kg (11.13%) de temazate *M. americana*.

En la Tabla 2 se muestran los rasgos biométricos de 12 ejemplares cosechados y una cría viva. Los valores biométricos de los ejemplares de *M. americana* y los *O. virginianus* reportados en este estudio (Tabla 2), están dentro del rango reportados por Segovia (2001) en Tzucacab y por Landewee (2009) en la Reserva Estatal Lagunas de Yalahau Yucatán. Se puede asumir que las condiciones del hábitat naturales son apropiadas para producir ejemplares con valores biométricos iguales a lo informado para selvas caducifolias y subcaducifolias de Yucatán.

Localidad	Venado	Largo total	Altura a la Cruz	Sexo	Estado de desarrollo	Peso
Blanca Flor	Cola blanca**			Macho	Joven	
Blanca Flor	Cola blanca**			Macho	Adulto -	
Blanca flor	Temazate*			Hembra	Adulto	
Xcobiakal	Cola blanca	100cm	59cm	Hembra	Adulta joven	24 kg
Xcobiakal	Temazate**			Macho		
Xcobiakal	Cola blanca	100cm	60cm	Hembra	Joven	20 kg
Xcobiakal	Cola blanca**			Macho	Adulto	
Xcobiakal	Cola blanca	155cm	78cm	Macho	Adulto	60 kg
Xcobiakal	Temazate	105cm	69cm	Macho	Adulto	25 kg
Corral	Cola blanca	112cm	63cm	Hembra	Adulta joven	26 kg
Corral	Cola blanca	110cm	63cm	Hembra	Adulta joven	22 kg
Corral	Cola blanca*			Hembra	Adulta	
Corral	Cola blanca**			Macho	Adulto	
Corral	Cola blanca**			Macho	Joven	
Corral	Cola blanca***			Hembra	Cría	
Corral	Cola blanca	157cm	80cm	Macho	Adulto	62 kg
Corral	Temazate	116cm	72cm	Macho	Adulto	32 kg
Corral	Temazate*			Macho	Adulto	
Corral	Cola blanca	157cm	75cm	Macho	Adulto	56 kg
Corral	Cola blanca	155cm	80cm	Macho	Adulto	61 kg
Corral	Cola blanca	158cm	80cm	Macho	Adulto	69 kg
Corral	Cola blanca	152cm	78cm	Macho	Adulto	55 kg

Tabla 2. Características biológicas de los venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y temazate (*Mazama americana*) cazados (cosechados) y no cazados en las tres localidades de estudio.

* herido mal tirado (animal herido, pero no cosechado). ** mal tirado (animal no herido ni cosechado).

***capturado vivo por ser cría.

Es importante informar que se registraron animales que fueron "mal tirados", es decir animal que no fue herido ni cosechado; por tanto, no recibió impacto de bala y escapó,

fue el 27.3 % (6/22), el 13.6 % (3/22) fue "herido-mal tirado", animal que fue herido por impacto de bala, pero no derribado y escapó, y 54.5 % (12/22) fue "cazado" es decir cosechado, significa que fue derribado por impacto de bala y aprovechada su carne.

Usos y aprovechamiento: entre los diversos usos asociados a la cacería de venados según los encuestados, fueron: reconocidas como fuentes de alimento, comercio, ornato, mascotas y artesanías; sin embargo fue corroborado como alimento con la mayoría de los campesinos/cazadores durante la observación participativa, en algunos casos se observó que la piel es utilizada como cuero para hacer fundas de herramientas, tales como el machete, o bien para reforzar sus zapatos (plantillas y cordones); pero en la mayoría de los casos sólo sirve de alimento para los perros de cacería; los cráneos y dientes los venden en algunas ocasiones a gente proveniente de Playa del Carmen y Mérida, para hacer artesanías.

La carne de monte es un recurso natural de gran importancia para la población humana que habita en las regiones tropicales de Latinoamérica. La cacería de fauna silvestre podría impactar negativamente a las poblaciones animales que viven allí, de acuerdo a lo informado por Montes-Pérez *et al.* (2016), si la intensidad de cacería fuera mayor a la tasa de reclutamiento de poblaciones locales. En Yucatán, México, existe poca información publicada al respecto, lo cual hace difícil precisar la magnitud de tales aprovechamientos de fauna silvestre a nivel regional. Un estudio de encuesta a campesinos (n=731), mostró que el 58% efectúan la cacería para autoconsumo, 15% para proteger sus cultivos y 24% para ambos fines (Segovia *et al.*, 2010). Sin embargo, es necesario tomar en cuenta los casos de ofrecimiento de carne de monte o algún otro subproducto como piel para venta; si estos casos se llevaran a cabo con elevada frecuencia, en un momento dado la cacería para autoconsumo puede convertirse en comercial, situación que no fue analizada en este trabajo.

De acuerdo a lo verificado en la observación participativa, sólo un cazador vendió la carne de venado, siendo los principales compradores personas de la zona urbana de las comisarías cercanas al domicilio del cazador, pagando por el producto hasta \$80.00 el kg (US\$8), cuando el precio legal era de \$220 el kg (Montes y Mukul, 2010).

La información generada muestra la importancia de la cacería como actividad económica y social en Tzucacab, en este sentido los resultados de esta investigación arrojaron datos de las actividades económicas a que se dedican los habitantes de Tzucacab, siendo las principales agricultura y agricultura/cacería; en el caso de Corral el 100% a la

agricultura/cacería, en Xcobiakal el 67% agricultura y 33% a la agricultura/cacería y en Blanca Flor es el 40% y 60% respectivamente. Es notorio que la cacería es una actividad que practican en las tres comunidades de manera cotidiana, como una alternativa para cubrir sus necesidades alimenticias y económicas, particularmente porque la población del municipio de Tzucacab está clasificada como de alta marginación (Hoyos, 2005).

Implicaciones de la cacería de venados: el tamaño de muestra inicial que se asumió para ejecutar esta investigación, en cuanto a número de presas a registrar durante el tiempo del estudio de campo, se basó en un 10% (n=12 animales) de lo reportado por Segovia (2001), el cual indica que en el municipio de Tzucacab, Yucatán, se cazan 120 venados anualmente, con un promedio de 9 venados por comisaría durante un año.

El muestreo de animales cazados registrado en nuestra investigación abarcó un periodo de observación participativa durante una semana por cuatro meses en tres comisarías, registrando 12 venados medidos y pesados, tres ejemplares heridos, pero no cosechados (heridos mal tirados) y una cría viva; lo que arroja un promedio de 4 venados cosechados por comisaría. Si se toma en cuenta que los datos se obtuvieron en una semana de cada uno de los cuatro meses de muestreo, entonces en un mes de cacería los campesinos/cazadores extraerían aproximadamente 6 venados en promedio al mes, en cada una de las 13 comisarías existentes en Tzucacab, Yucatán. Suponiendo que la frecuencia de cacería fuera continua a lo largo de 12 meses del año, tal como lo ha informado Segovia (2001) y Landewee (2009), entonces el total estimado sería la cantidad de 936 animales anuales, es decir 2.5 venados diarios por comisaría; esto quiere decir que en los últimos 10 años ha aumentado la presión de cacería. Pensando que se lleve a cabo esta práctica en todo el municipio de Tzucacab, entonces representaría el peor escenario en cuanto a cacería. Si se analiza un escenario conservador, en el cual se cazaría la mitad de lo estimado anteriormente, es decir 468 venados, lo que representa que cazan 3 venados por comisaría al mes, en 13 comisarías, durante 12 meses del año. Este cálculo no puede ser probado por limitaciones en cuanto a esfuerzo de muestreo, ni verificación en campo de la cosecha en animales o biomasa; sin embargo, este análisis es congruente con los comentarios de los mismos campesinos/cazadores, cuando se les preguntó su apreciación sobre la cantidad de venados que cazan ahora respecto a lo que cazaban antes; y muchos de ellos coinciden en afirmar que ahora cazan menos, debido a que necesitan recorrer más terreno para lograr la cacería de venados; esto explica el uso de la batida como estrategia para cazar, a pesar de que el rendimiento de carne para cada participante es menor respecto a las otras técnicas de cacería, puesto que con la batida y el uso de perros entrenados permiten mayor probabilidad de conseguir una pieza en cada evento de cacería.

Por otra parte, es importante indicar que en numerosos reportes de cacería publicados, solo mencionan animales cosechados en cada evento de cacería, porque no se toma en cuenta aquellas piezas que no son cosechadas, debido a que se pierden porque el tirador no logra derribar a la presa con el disparo y por tanto el animal aún herido escapa a la captura y probablemente muera en un sitio alejado al evento de cacería; son animales llamados “heridos-mal tirados”, esta situación agrava el estatus del tamaño de población de venados, porque obliga al cazador nuevamente a salir para cosechar una pieza nuevamente.

Existe otro factor adicional importante que aumenta la intensidad de la cacería, es la cacería furtiva, que fue denunciada en las entrevistas por los mismos campesinos/cazadores de las tres comunidades; son cazadores provenientes de otras ciudades que extraen animales en cada evento, de acuerdo con Segovia *et al.* (2010), se ha reportado la presencia de grupos foráneos de cazadores que tienen mejores condiciones económicas y equipamiento para cazar venados, con el propósito de comercializar principalmente carne en diferentes lugares de Yucatán. Un reporte reciente de esta situación aparece en Unotv.com (2017), donde se informa la captura de un hombre que transportaba 200 kg de carne de venado en cajuela de auto, sin disponer de la acreditación legal de procedencia.

CONCLUSIÓN

La cacería de venados (*O. virginianus*, *M. americana*) en tres comunidades rurales del municipio de Tzucacab, Yucatán es una práctica cotidiana y frecuente, en la cual utilizan la técnica de batida principalmente; el objetivo de esta cacería es para aprovechar principalmente la carne. La cantidad de animales extraídos del hábitat es mayor a lo cosechado, debido a que hay venados heridos, pero no derribados por impacto de bala, que no puede ser aprovechada la carne por los campesinos/cazadores.

LITERATURA CITADA

COBA LE. 2011. Análisis de la densidad poblacional, selección de hábitat y sexado remoto del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus yucatanensis*) en el municipio de Tzucacab, Yucatán, México (Tesis de Doctorado). Mérida, Yuc; México: Universidad Autónoma de Yucatán. 2011.

HOYOS PAA. 2005. Diagnóstico participativo. Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable de Tzucacab, Yucatán. PROFEMOR (Programa de Fortalecimiento a Empresas y Organización Rural). <https://es.scribd.com/document/267500454/TZUCACAB-DIGANOSTICO-pdf>

LANDEWEE D. 2009. Aprovechamiento de la Fauna Silvestre en el Parque Estatal Lagunas de Yalahau, Yucatán, México (Tesis de Maestría). Mérida, Yuc; México: Universidad Autónoma de Yucatán.

MARTÍNEZ-SALGADO C. 2012. El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias. *Ciência & Saúde Coletiva*. 17(3): 613-619. ISSN: 1678-4561. <http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n3/v17n3a06.pdf>

MONTES-PEREZ R, Escobar-Bernal E, Albarracín-González Y, Adame-Erao S, Camacho-Reyes J. 2016. Simulación de la dinámica poblacional de venados *Odocoileus virginianus* en la Orinoquia por modelación matemática. *Abanico Veterinario*. 6(1): 35-42. ISSN: 2448-6132. <http://www.scielo.org.mx/pdf/av/v6n1/2448-6132-av-6-01-00035.pdf>

MONTES-PEREZ R y Mukul YJM. 2010. Fauna silvestre como alternativa ganadera. En: Durán R y Méndez M, Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAN, CONABIO, SEDUMA. Mérida, Yucatán. Pág. 465-466. ISBN: 978-607-7823-05-6. http://www.seduma.yucatan.gob.mx/biodiversidad-yucatan/05Parte4_Gestion_Rec_Nat/Capitulo9/05Fauna_silvestre_alternativa_ganadera.pdf

MONTIEL S, Arias L. 2008. La cacería tradicional en el Mayab contemporáneo: una mirada desde la ecología humana. *Avance y Perspectiva*. 1(1): 21-27. ISSN: 0185-1411. http://www.mda.cinvestav.mx/proy_faunaEN/caza_yucatan2008.pdf

NARVÁEZ M. 2017. Cacería tradicional maya: subsistencia, tradición y comunidad. Agencia informativa Conacyt. Disponible en <http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/humanidades/13925-caceria-tradicional-maya-subsistencia-tradicion-y-comunidad>. Acceso mayo de 2017.

NARANJO EJ, López-Acosta JC, Dirzo R. 2010. La cacería en México. *Biodiversitas*. 91:6-10. ISSN: 1870-1760. <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv91art2.pdf>

ORELLANA LR, Espadas MC. Climas. 2010. En: Durán R y Méndez M, Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAN, CONABIO, SEDUMA. Mérida, Yucatán. Pág. 10-11. ISBN: 978-607-7823-05-6. <http://www.cicy.mx/documentos/CICY/sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap1/03%20Climas.pdf>

ROBLES DE BENITO R. 2010. La estrategia de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. En: Durán R y Méndez M, Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAN, CONABIO, SEDUMA. Mérida, Yucatán. Pág. 427- 431. ISBN: 978-607-7823-05-6. <http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap8/08%20La%20estrategia%20de%20conservaci%C3%B3n.pdf>

SEGOVIA CA. 2001. La cacería de subsistencia en Tzucacab, Yucatán, México. (Tesis de maestría). Mérida, Yuc; México. Universidad Autónoma de Yucatán.

SEGOVIA CA, Chablé SJ, Delfín GH, Sosa EJ, Hernández BS. 2010. Aprovechamiento de la fauna silvestre por comunidades mayas. En: Durán R y Méndez M, Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAN, CONABIO, SEDUMA. Mérida, Yucatán. Pág. 385-387. ISBN: 978-607-7823-05-6. <http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap7/20%20Aprovechamiento%20de%20la%20fauna.pdf>

UNOTV.com. Hallan 200 kg de carne de venado en cajuela de auto en Yucatán. Disponible en: <http://www.unotv.com/noticias/estados/yucatan/detalle/hallan-200-kg-de-partes-de-venado-en-cajuela-de-auto-en-yucatan-121038/>. Acceso en mayo 2017.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue financiado por FOMIX-Gobierno del Estado de Yucatán, proyecto número YUC-2006-C05-65725.

Artículo Original. Enero-Abril 2018; 8(1):102-111. Recibido: 26/07/2017 Aceptado: 17/09/2017.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.81.10>

Evaluación sensorial de embutido tipo chorizo a base de carne de conejo

Sensorial assessment of “chorizo” as a type of sausage based on rabbit meat

Cruz-Bacab Luis* lecb82@gmail.com, **Baeza-Mendoza Lourdes** lulubaez75@hotmail.com,
Pérez-Robles Leonor leopezrobles@hotmail.com, **Martínez-Molina Itzel**
itzelmtnez@gmail.com

División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. *Autor responsable y de correspondencia: Cruz-Bacab Luis. División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Villahermosa – Teapa, Km 25, R/a La Huasteca 2a Sección, Villahermosa, Tabasco, México C.P. 86040

RESUMEN

La carne de conejo es una opción viable para cubrir las demandas cualitativas y nutricionales de los consumidores actuales, debido a su fácil digestión, alto contenido proteico y de ácidos grasos insaturados, baja concentración de grasa. A pesar de sus características nutricionales, esta carne, no posee aceptación generalizada en México, por lo cual, es necesario desarrollar productos que favorezcan su aceptación. En el presente estudio, se realizaron dos experimentos mediante pruebas sensoriales para evaluar la aceptación de un embutido tipo chorizo elaborado a base de carne de conejo. El experimento uno consistió en una prueba sensorial del embutido con 24 horas de reposo posteriores a su elaboración, a través de una escala hedónica con valores del 1 al 10 donde 1 correspondió a la puntuación más baja y 10 a la más alta. El experimento dos fue desarrollado mediante una prueba sensorial para un embutido madurado a 48, 120, 216 y 312, con la escala hedónica establecida para el experimento uno. Los aspectos evaluados del producto fueron: color, olor, sabor, textura y global, los resultados obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva y análisis de varianza. En conclusión, el embutido fue aceptado por los participantes en ambos experimentos. En el experimento dos, el mayor nivel de aceptación correspondió a 216 horas de maduración ($P < 0.05$).

Palabras Clave: Evaluación sensorial, maduración, *Oryctolagus cuniculus*

ABSTRACT

Rabbit meat is a viable option to meet the qualitative and nutritional demands of the current consumers, due to its easy digestion, high protein content and unsaturated fatty acids, low-fat concentration. Despite its nutritional characteristics, this meat is not widely accepted in Mexico, so it is necessary to develop products that favor its acceptance. In the present study, two experiments were carried out using sensory tests to evaluate the acceptance of a sausage type made from rabbit meat. Experiment one consisted of a sensorial test of the sausage with 24 hours of rest after its elaboration, through a hedonic scale with values from 1 to 10 where 1 corresponded to the lowest score and 10 to the highest. Experiment two was developed by a sensorial test for a sausage ripened at 48, 120, 216 and 312 hours, with the hedonic scale established for experiment one. The evaluated aspects of the product were: color, smell, flavor, texture and overall, the results were analyzed by means of descriptive statistics and analysis of variance. In conclusion, the sausage was accepted by the participants in both experiments. In experiment two, the highest level of acceptance corresponded to 216 hours of maturation ($P < 0.05$).

Keywords: Maturation, *Oryctolagus cuniculus*, sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se busca desarrollar una producción de carne más dietética y saludable, para reducir el contenido de ácidos grasos saturados e incrementar los ácidos grasos insaturados en la carne (Dalle Zotte, 2002). El valor nutricional de las carnes ha incrementado su significancia como factor para la aceptación entre los consumidores (Weiss *et al.* 2010), llevando a la industria cárnica a experimentar un incremento en la demanda de productos reducidos en grasa, colesterol, sodio y nitritos o enriquecidos con ácidos grasos, y en consecuencia se ha incrementado el volumen y variedad de productos con dichas características, especialmente los embutidos (Araya-Quesada *et al.*, 2014).

El chorizo es un embutido tipo crudo curado de origen español, cuya elaboración se ha extendido por todo el mundo; su formulación y procesamiento varía según el país, e incluso en cada región del mismo (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2013); haciendo viable la utilización de carne de especies diferentes al cerdo (Cobos *et al.*, 2014). La carne de conejo es una carne magra de alto valor proteico, en contraste con las carnes rojas; la carne de conejo es de bajo valor calórico debido a su bajo contenido de grasas, representando una alternativa saludable para la alimentación humana (Dalle Zote y Szendro 2011, McNitt *et al.*, 2011, Nistor *et al.*, 2013).

La elaboración y diversificación de productos a base de carne de conejo puede favorecer su consumo y aceptación al mercado comercial (Petracci y Cavani, 2013; Dalle-Zotte, 2014, Lenkgey y Lobo, 2016). El desarrollo de productos innovadores como los embutidos son una opción para mejorar el consumo de carne de conejo y preservar la salud humana (Castillo *et al.*, 2013).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la aceptación de un embutido tipo chorizo a base de carne de conejo mediante pruebas sensoriales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Experimento 1

Para la elaboración del producto se empleó carne de conejos de raza Nueva Zelanda de 90 días edad, se realizó la molienda de la carne con un molino eléctrico de la marca Torrey, modelo M-12-Fs 3/4HP. Posteriormente se añadió sal, sal nitro, ajo, paprika, orégano, comino todos en polvo, vinagre y chile de color, de acuerdo a la formulación presentada en la Tabla 1. Los ingredientes fueron mezclados de forma manual, hasta obtener una masa homogénea. La mezcla se dejó reposar durante 24 horas a 4°C;

posteriormente fue embutida en tripa de cerdo, realizando amarres con hilo para dar la forma tradicional del chorizo. Una vez realizado el embutido, se sometió a 140°C durante 15 minutos en aceite comestible para su fritura. Una vez obtenido el chorizo frito fue seccionado en muestras de aproximadamente 20 – 25 gramos de peso, las cuales se ofrecieron a 150 participantes para llevar a cabo la prueba sensorial con un solo tiempo de maduración (Figura I).

Experimento 2

Para la elaboración del producto, se realizó la molienda de la carne con un molino eléctrico, a continuación, se integraron los ingredientes: sal, paprika, ajo, sal nitro, orégano, comino en polvo, vinagre, chile de color y chile guajillo escaldado, de acuerdo a la formulación presentada en la Tabla 1. Una vez realizada la mezcla de la carne con los ingredientes, se dejó madurar durante 24 horas, y posteriormente se procedió a embutir en tripa de cerdo previamente preparada para la elaboración de embutidos. Después de embutir, se realizaron pruebas sensoriales a diferentes tiempos de maduración. Para las pruebas sensoriales, las muestras de chorizo fueron sometidas a 140°C durante 15 minutos en aceite comestible para su fritura. Una vez obtenido el chorizo frito, fue seccionado en muestras de aproximadamente 20 – 25 gramos de peso, las cuales fueron ofrecidas a 150 participantes en cada día de evaluación. Los tiempos de maduración establecidos para las pruebas sensoriales fueron 48, 120, 216 y 312 horas; entre cada prueba sensorial el chorizo fue almacenado en refrigeración a 4°C (Figura II).

Ingredientes	Experimento 1	Experimento 2
	%	%
Carne	89.84	88.30
sal	0.89	0.88
Sal nitro	0.45	0.44
Ajo en polvo	0.27	0.26
Paprika (Pimentón español)	1.79	1.76
Orégano	0.17	0.17
Comino en polvo	0.17	0.17
Vinagre	4.49	4.41
Chile color	1.88	1.85
Chile Guajillo	-	1.71

Tabla 1 Formulación embutido tipo chorizo a base de carne de conejo

Prueba sensorial

La prueba sensorial fue realizada en las instalaciones del taller de cárnicos de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Para llevar a cabo la prueba se realizó una preparación similar a lo que realizaría un consumidor común. En ambos experimentos la prueba sensorial se basó en una escala

hedónica estructurada de 10 puntos, considerando la calificación de 10 (me gusta muchísimo), hasta el 1 (me disgusta muchísimo). El valor mínimo para considerar al producto como aceptado fue de 6 puntos global. Los atributos evaluados fueron: color, olor, sabor y textura; adicionalmente cada participante emitió una calificación “global” acerca del producto.

	Brazos		Lomo		Muslo		Canal	
	Promedio	D.E.	Promedio	D.E.	Promedio	D.E.	Promedio	D.E.
Agua g/100g	69.5	± 1.3	74.6	± 1.4	73.8	± 0.8	69.7	± 2.6
Proteína g/100g	18.6	± 0.4	22.4	± 1.3	21.7	± 0.7	20.3	± 1.6
Lípidos g/100g	8.8	± 2.5	1.8	± 1.5	3.4	± 1.1	8.4	± 2.3
Cenizas g/100g	-	-	1.2	± 0.1	1.2	± 0.05	1.8	± 1.3
Energía kJ/100g	899	± 47	603	-	658	± 17	789	± 11

Tabla 2 Composición química y valor energético de la carne de conejo (fuente Dalle Zotte y Szendro 2011)

Para ambas pruebas se utilizó un panel de 150 jueces no entrenados para un solo tiempo de maduración en el experimento 1; en el experimento 2 se utilizaron 150 jueces no entrenados para cada uno de los tiempos de maduración.

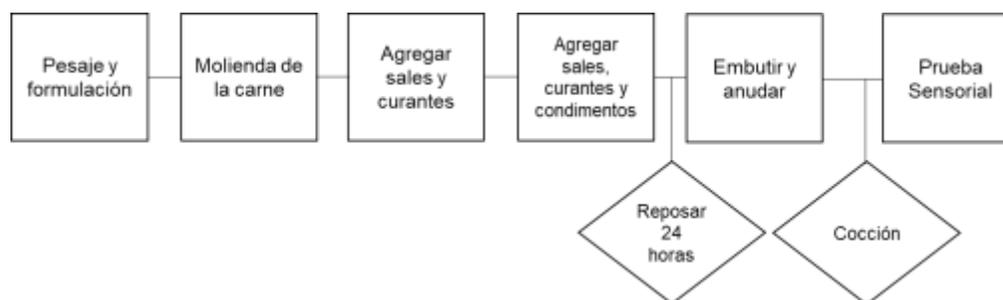


Figura I. Diagrama de flujo Experimento 1

Análisis estadístico

El diseño experimental para ambos experimentos fue completamente al azar y el análisis estadístico de los resultados obtenidos; se realizó estadística descriptiva y análisis de varianza mediante el software estadístico Statgraphics 5.1.

RESULTADOS

En el presente estudio se observó que el embutido tipo chorizo a base de carne de conejo en el experimento 1, fue aceptado en forma global con una puntuación alta con respecto a lo establecido en el estudio (Tabla 3); no obstante, el aspecto de “olor” fue calificado

por debajo del puntaje establecido como aceptable, y el aspecto “color” tuvo una puntuación baja con respecto a los aspectos “sabor” y “textura”.

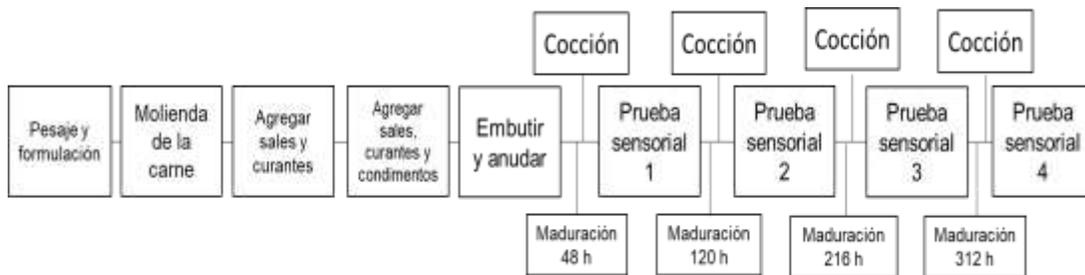


Figura II. Diagrama de flujo Experimento 2

Atributo	Calificación	Desviación estándar
Olor	5.4	2.17
Color	7.1	2.32
Sabor	7.7c	1.86
Textura	7.6c	1.72
Global	8.3	1.50

Tabla 3. Evaluación de atributos sensoriales de embutido tipo chorizo a base de carne de conejo (experimento 1)

En el experimento 2, se observó que una maduración de 216 horas incrementó significativamente la aceptación del embutido en todos los aspectos evaluados (Tabla 3). El tiempo de maduración puede jugar un papel importante en la aceptación del embutido estudiado. En cuanto al aspecto “olor”, la puntuación obtenida en el experimento 2 fue mayor en todos los tiempos de maduración con respecto al experimento 1; respecto al “color” en el experimento 2, la puntuación fue mayor a las 216 y 312 horas en comparación al experimento 1.

Atributo	Tiempo de maduración (Horas)				Desviación estándar	Valor P
	48	120	216	312		
Olor	6.9c	6.9c	7.7a	7.1b	1.93	0.0012
Color	6.8c	6.6c	7.4a	7.2b	1.94	0.0044
Sabor	7.4c	7.1c	8.2a	7.7b	1.92	0.0000
Textura	7.2c	7.2c	8.1a	7.3b	1.83	0.0000
Global	7.8c	7.7c	8.6a	8.0b	1.48	0.0000

Diferentes literales en las filas indican diferencia estadística significativa $P < 0.05$.

Tabla 4. Evaluación de atributos sensoriales de embutido tipo chorizo a base de carne de conejo con diferentes tiempos de maduración (experimento 2)

DISCUSIÓN

Experimento 1

La información actual acerca de embutidos basados en carne de conejo y su aceptación son escasos. En el presente estudio los resultados del experimento 1, muestran que la aceptación general del producto obtuvo una calificación aceptable, (Wambui *et al.*, 2016) menciona que en salchichas de conejo existe una influencia significativa entre las propiedades sensoriales del producto y su composición química. A pesar de haber sido aceptado por los participantes, el aspecto “color” del chorizo de conejo, obtuvo la calificación más baja de acuerdo a la escala hedónica establecida, al respecto, (Pérez y Andújar, 2000) y (Triki *et al.*, 2013) mencionan que el color es el factor que más influye sobre la apariencia de un producto y actúa como un factor de selección por parte del consumidor, sin embargo (Quintero – Salazar *et al.* 2011) declara que la valoración del color en los embutidos, se realiza mayormente de manera subjetiva. En el caso de los chorizos elaborados en México, (Guerrero *et al.*, 2002) señala que se emplean distintas variedades de *Capsicum spp.* en las formulaciones, siendo el chile guajillo el que se emplea con mayor frecuencia.

Autores como (Gómez *et al.*, 2001), (Revilla y Vivar 2005) mencionan que las variaciones en el color de los embutidos como el chorizo, pueden relacionarse de forma directa a la composición mayoritaria del embutido, cantidad de humedad o grasa, así como la naturaleza y cantidad de chile (pimiento) deshidratado, o en su caso pimentón, usado en la formulación; Lo cual concuerda con lo reportado por (Cobos *et al.*, 2014) para el chorizo de conejo, en el cual las diferencias en color están relacionadas directamente con la cantidad de grasa y humedad, así como a la naturaleza y cantidad de chile (pimiento) deshidratado o ingredientes como el pimentón.

Adicionalmente (Pérez-Dubé y Andujar-Robles, 2000) señalan que la adición de nitratos y nitritos, es un factor que puede ejercer efecto sobre el color del embutido, ya que su adición favorece la formación de nitrosomioglobina, la cual de acuerdo con (Montes *et al.* 2013) constituye un pigmento característico del curado. (González – Tenorio *et al.* 2013) reporta que, la aparición de colores extraños no asociados a las características del producto resultaría en su rechazo; lo cual coincide con la baja calificación otorgada al “color” del chorizo en el experimento 1. Debido a lo anterior, en el presente estudio, se modificó la proporción de pimentón y chile guajillo utilizada en el segundo experimento, para mejorar el aspecto “Color”.

Experimento 2

En el experimento 2, la prueba sensorial mostró que la aceptación general del embutido fue mayor con una maduración durante 216 horas, en comparación con los tiempos evaluados de maduración (48, 120 y 312) ($P < 0.05$). Actualmente los trabajos de investigación en cuanto a la maduración de productos cárnicos a base de conejo son escasos; (Koochmaraie *et al.*, 2002) señala que los cambios en la terneza de la carne de acuerdo al tiempo de maduración están relacionados con la actividad del complejo enzimático calpastatina/calpaina en las fibras musculares; dicho complejo regula la tasa de degradación de la proteína, y en consecuencia la calidad de la carne.

A pesar que en el presente estudio no se evaluó la actividad del complejo enzimático calpastatina/calpaina, y que la información respecto a su actividad en la carne de conejo es escasa, los resultados obtenidos por (Wang *et al.*, 2016) indican que la actividad de calpastatina/calpaina puede ser un indicador potencial de la calidad de la carne de conejo, y por consecuencia determinar las características de los productos elaborados con esa carne. En cuanto a los aspectos evaluados del embutido: “textura”, “color”, “olor” y “sabor” obtuvieron los puntajes más altos en la evaluación sensorial con una maduración de 216 horas ($P < 0.05$); dichos resultados son novedosos, debido a que no se encuentran referencias bibliográficas para chorizo de conejo. (Acevedo *et al.* 2014) establece que el aspecto “textura” es directamente influenciado por la materia prima; así como las proporciones carne, grasa, tejido conjuntivo en el producto, la presencia de almidones o proteínas no cárnicas en butifarra, que es un embutido de elaboración y formulación similar al chorizo.

En relación al aspecto “color”, en el experimento 2 el puntaje obtenido fue mayor con 216 h de maduración ($P < 0.05$), con respecto a los tiempos de maduración evaluados, así como al obtenido en el experimento 1; dicha mejora en puntaje puede relacionarse con la modificación realizada a la formulación para el experimento 2, en la cual se adicionó chile guajillo. Lo anterior concuerda con (Cobos *et al.* 2014), quien señala que, para el chorizo de conejo, el tipo y cantidad de chile empleado en la formulación, afecta directamente al color del embutido.

CONCLUSIÓN

El embutido tipo chorizo a base de carne de conejo fue aceptado por el panel de evaluadores. La percepción sensorial del producto mejoró a las 216 horas de maduración. Es necesaria la evaluación de la aceptación de chorizo elaborado con carne de conejo vs chorizos a base carnes tradicionales, así como la caracterización físico-química de este embutido.

LITERATURA CITADA

ACEVEDO D, Granados C, Montero PM. 2014. Caracterización de propiedades fisicoquímicas, textura y calidad microbiológica de butifarra comercializada en Cartagena (Colombia). *Información Tecnológica*. Vol. 25 (6): 33-38 ISSN: 0718-0764. DOI: 10.4067/S0718-07642014000600005.

ARAYA-QUESADA Y, Jiménez-Robles A, Ivankovich-Guillen C, García-Barquero M. 2014. Hábitos de consumo de embutidos en el cantón de San Carlos y el área metropolitana de Costa Rica. *Tecnología en marcha*. 27 (4): 113 -124. ISSN: 0379-3962 DOI: 10.18845/tm.v27i4.2091.

CASTILLO ARTEAGA MG, Cruz García IA, García Ramírez DA, González Sánchez MS, Tapia Cardona IY, Vargas Sierra M. 2013. Carne de conejo, alternativa a favor de la salud. *Vida Científica. Boletín científico de la escuela preparatoria N°4. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo* Vol. 1 (2). ISSN: 2007-4905.

COBOS VJE, Soto SS, Alfaro RRH, Aguirre Álvarez G, Rodríguez PBR, González TR. 2014. Evaluación de parámetros de calidad de chorizos elaborados con carne de conejo, cordero y cerdo, adicionados con fibra de trigo. *Nacameh*. 8(1):50 – 64. ISSN:2007-0373. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6031413.pdf>

CUBERO-ROJAS RG, Mora-Peraza E, Wingching-Jones R, Calderon-Villaplana S. 2013. Maduración de solomo (*Biceps femoris*) en vacas de descarte *Bos indicus* y *Bos Taurus*. *Agronomía mesoamericana*. 24(2):433-440. ISSN: 1021-7444 DOI: 10.15517/am.v24i2.12546.

DALLE-ZOTTE A. 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*. 75:11-32. ISSN: 1871-1413 DOI: 10.1016/S0301-6226(01)00308-6.

DALLE-ZOTTE A, Szendro S. 2011. The role of rabbit meat as functional food. *Review. Meat Science*. 88 319 – 331. ISSN: 0309-1740. DOI:10.1016/j.meatsci.2011.02.017.

DALLE-ZOTTE A. 2014. Rabbit farming for meat purposes. *Animal Frontier*. 4(4):62-67. DOI 10.2527/af.2014-0035 ISSN 2160-6056.

GÓMEZ R, Picazo MI, Alvarruiz A, Pérez JI, Valera D, Pardo JE. 2001. Influencia del tipo de pimentón en la pérdida de color del chorizo fresco. *Alimentaria, revista de tecnología*

e higiene de los alimentos. 28 (323): 67-73 ISSN 0300-5755.
<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=1001087>

GONZÁLEZ – TENORIO R, Totosaus A, Caro I, Mateo J. 2013. Caracterización de las propiedades químicas y fisicoquímicas de chorizos comercializados en la zona centro de México. *Información Tecnológica*. Vol. 24 (2): 3 – 14 ISSN: 0718-0764 DOI: 10.4067/S0718-07642013000200002.

GUERRERO I, Pérez ML, Ponce E. 2002. Curso práctico de tecnología de carnes y pescado. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. México. ISBN 9706549846.

JIMÉNEZ-COLMENERO F, Triki M, Herrero AM, Rodríguez-Salas L, Ruiz-Capillas C. 2013. Healthy oil combination stabilized in a konjac matrix as pork fat replacement in lowfat, PUFA-enriched, dry fermented sausages. *LWT-Food Science and Technology*. 51:158-163. ISSN: 0023-6438 DOI:10.1016/j.lwt.2012.10.016.

KOOHMARAIE M, Kent M, Shackelford SD, Veiseth E, Wheeler TL. 2002. Meat tenderness and muscle growth: Is there any relationship?. *Meat Science*. 62 (Special Issue S1) 345 – 352. ISSN: 0023-6438 DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00127-4.

LENGKEY HAW, Lobo BR. 2016. Physico-chemical and microbiological characteristics, sensory quality and acceptability of native chicken and rabbit sausage produced with corn oil, margarine and beef fat. *Macedonian Veterinary Review*. 39 (2): 193 – 199. ISSN: 1857-7425 DOI:10.1515/macvetrev-2016-0087.

MCNITT JI, Patton NM, Lukefahr SD, Cheeke PR. 2011. Rabbit production. 8th ed. CABI. Wallingford, UK. 314 p. ISBN:1780640110.

MONTES ÁLVAREZ J, Restrepo Floréz C, Patiño Gómez J, Cano Salazar JA. 2013. Efecto de la concentración de cultivos iniciadores y dextrosa sobre la calidad de la maduración y vida útil sensorial del peperoni. *Revista Lasallista de Investigación*. Vol. 10 n°1. ISSN 1794-4449.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1794-44492013000100010

NISTOR E, Bampidis VA, Pacala N, Pentea M, Tozer J, Prundeanu H. 2013. Nutrient content of rabbit meat as compared to chicken, beef and pork meat. *Journal of animal production advances*. 3(4):172-176. ISSN:2251-7677

DOI:10.5455/japa.20130411110313.

PETRACCI M, Cavani C. 2013. Rabbit meat processing: Historical perspective to future directions. *World Rabbit Science*. 21:217-226. ISSN:1257-5011 DOI:10.4995/wrs.2013.1329.

PÉREZ DD, Andújar RG. 2000. Cambios de coloración de los productos cárnicos. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*. 14 (2):114 – 123. ISSN: 0864-2133. [http://www.bvs.sld.cu/revistas/ali/vol14_2_00/ali07200.htm?iframe=true&width=90%& height=90%](http://www.bvs.sld.cu/revistas/ali/vol14_2_00/ali07200.htm?iframe=true&width=90%&height=90%)

QUINTERO-SALAZAR B, Santillan Álvarez A, Dublán García O, Viesca González FC, Castellón – Jardón J. 2011. Tipificación parcial de embutidos artesanales de la Ciudad de Toluca: Chorizo verde. *Nacameh*. 5 (1): 10-26 (2011).ISSN: 2007-0373. http://www.academia.edu/download/41352121/Nacameh_v5n1_010QuinteroSalazar-et al.pdf

REVILLA I, Vivar AM. 2005. The effect of different paprika types on the ripening process and quality of dry sausages. *International Journal of Food Science and Technology*. 40 (4): 411-417. ISSN: 1365-2621 DOI 10.1111/j.1365-2621.2005.00944.x.

TRIKI M, Herrero AM, Jiménez-Colmenero F, Ruiz Capillas C. 2013. Effect of preformed konjac gels, with and without olive oil, on the technological attributes and storage stability of merguez sausage. *Meat Science*. 93:351-360. ISSN:0023-6438 DOI:10.1016/j.meatsci.2012.10.004.

WAMBUI JM, Karuri EG, Wanyoike MMM. 2016. Interaction among nutritive, textural and sensory properties of rabbit sausages. *Journal of Food Processing*. Vol. 2016. Article ID 4059023. 6 pages. ISSN: 2356-7384 DOI:10.1155/2016/4059023 <https://www.hindawi.com/archive/2016/4059023/cta/>

WANG J, Elzo MA, Linjun Y, Chen S, Jia X, Zhang M, Lai S. 2016. A single nucleotide polymorphism in CAST gene is associated with meat quality traits in rabbits. *Animal Science Papers and Reports*. 24(3):269 – 278. ISSN:0860-4037 DOI:10.1080/1828051X.2017.1296333.

WEISS J, Gibis M, Schuh V, Salminen H. 2010. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science*. 86:196–213. ISSN:0023-6438 DOI:10.1016/j.meatsci.2010.05.008

CONGRESO INTERNACIONAL ABANICO VETERINARIO



<https://www.sergiomartinezgonzalez.com/congreso-internacional-abanico-vete>

Congreso Internacional Abanico Veterinario, está enfocado a las ciencias veterinarias y zootécnicas (incluye animales acuáticos).

Taller Experiencias en la Acreditación de Programas de MVZ.

Taller de uso de Bases de Datos.

Reunión de la Red Latina de Ciencia Animal (RELACAN). Está formada por 12 Cuerpos Académicos de México. <http://redlatinadeciencia.wixsite.com/relacan>

El congreso se realiza en Marzo en Tepic, Nayarit, México. En estas fechas se organiza la Feria de Nayarit y la playa esta a 20 minutos.

Los artículos (artículos originales, desarrollos tecnológicos, políticas de educación, estudio de casos, casos clínicos, revisiones de literatura) serán escritos bajo las Indicaciones para los autores de la revista ABANICO VETERINARIO y los artículos ACEPTADOS EN EL CONGRESO serán publicados en la revista una vez que pasen el ARBITRAJE de la revista ABANICO VETERINARIO. Enviar trabajos abanicoveterinario@gmail.com

CONFERENCIAS
PONENCIAS
PRESENTACION DE LIBROS
STAND COMERCIALES

Se entrega Factura por el pago, Constancia de Asistente y Constancia de Ponente, esta última incluye todos los autores del trabajo. El pago incluye café durante el congreso, transporte y comida a la Playa Las Islitas (incluye cerveza), y Cena Show (incluye tequila). No se publican memorias.