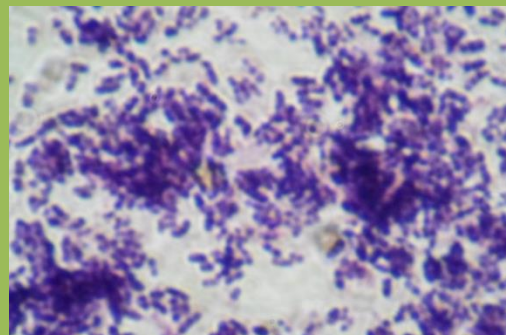




Incluye animales acuáticos



Crecimiento bacteriano en medio sólido Agar Sangre. Presencia de colonias puntiformes de color crema de elevación baja convexa, superficie lisa y bordes enteros redondeados. Cocobacilos Gram (+) Coloración uniforme, puntas redondeadas.

Indizada en IMBIOMED, MEDIGRAPHIC, DIALNET, EBSCO-Academic Search, e-REVISTAS, CENGAGE-Informe académico, PERIODICA, LATINDEX, REDIB y REVIVEC.

Incluida en

<http://scholar.google.es/>, <http://www.conricyt.mx/index.php>

ESPACIO PARA PUBLICIDAD

ABANICO VETERINARIO

Abanico Veterinario es una revista arbitrada por pares, indizada, internacional, de acceso abierto, presente en index, repositorios y directorios para una mayor visibilidad e incremento de citas; cuenta ISSN para formato impreso 2007-428X y para formato internet web 2448-6132 y página web <http://sisupe.org/revistasabanico/>

Su objetivo es publicar artículos originales, estudios de casos, desarrollos tecnológicos, casos clínicos, políticas de educación y revisiones de literatura realizados en México y de cualquier parte del mundo. Difunde información científica y tecnológica con la siguiente temática: animal, veterinaria, medicina veterinaria, zootecnia, pecuaria, producción animal, animales silvestres, animales acuáticos.

La revista es cuatrimestral y se publica en enero, mayo y septiembre. 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

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

Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Estación Experimental Dr. M.A. Cassinoni. Uruguay.

Rafael Cervantes Beyra

Universidad Agraria de La Habana, Cuba.

EQUIPO CORRECTOR

Sigfredo FM Torres Sandoval

Supervisión Escolar Zona 227 SEP-Jalisco. México.

Socorro M Salgado Moreno

Escuela Especial de inglés Kipling. Nayarit, México.

COMITÉ CIENTÍFICO

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.

AMANDA CONSUELO DÍAZ MORENO

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

ÁNGEL CARMELO SIERRA VÁSQUEZ

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

ANGELA BORROTO PÉREZ

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

BENITO RAMÍREZ VALVERDE

Colegio de Postgraduados Campus Puebla. México.

CARLOS A CARMONA GASCA

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

ESAUJ JARAMILLO LÓPEZ

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

ESPERANZA HERRERA TORRES

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

FIDEL AVILA RAMOS

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

FRANCISCO JAVIER PEÑA JIMÉNEZ

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

GIANNI BIANCHI OLASCOAGA

Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Estación Experimental Dr. M.A. Cassinoni. Uruguay.

HÉCTOR SUÁREZ MAHECHA

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

JORGE LUIS TÓRTORA PÉREZ

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

JOSÉ LENIN LOYA OLGUIN

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

NALLELY RIVERO PÉREZ

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

OSCAR AGUSTÍN VILLARREAL ESPINO-BARROS

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

OMAR FRANCISCO PRADO REBOLLEDO

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

RAFAEL MARTÍNEZ GARCÍA

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

ULISES MACÍAS CRUZ

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

ABANICO VETERINARIO 6(1) 2016
CONTENIDO

Cintillo Legal 7

Editorial 8

Indicaciones para los autores 9

Indizada en 11

Suscripción y pago por publicación 12

ARTÍCULOS ORIGINALES

Productive performance and carcass characteristics of steers fed with glucogenic precursor 13

Rendimiento productivo y calidad de la canal de becerros alimentados con un precursor glucogénico

Carrillo-Herrera Jay, Murillo-Ortiz Manuel, Herrera-Torres Esperanza, Carrete-Carreón Francisco, Reyes-Estrada Osvaldo, Livas-Calderón Fernando

Bacterial study in uterus from slaughtered cows at the municipal slaughterhouse in Tulancingo, Hidalgo 22

Estudio bacteriano en úteros de vacas sacrificadas en el rastro municipal de Tulancingo, Hidalgo

Espinoza-Santillán Diana, Martínez-Juárez Víctor, Peralta-Ortiz Jesús, Molina- Mendoza Pedro, Olave-Leyva José, Ávila-Castillo Rogelio

Hydroponics maize green forage production with watering every 24 hours 29

Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas

Zagal-Tranquilino Marcelino, Martínez-González Sergio, Salgado-Moreno Socorro, Escalera-Valente Francisco, Peña-Parra Bladimir, Carrillo-Díaz Fernando

Simulation deer *Odocoileus virginianus* population dynamics in Orinoquia by mathematical modelling 35

Simulación de la dinámica poblacional de venados *Odocoileus virginianus* en la Orinoquía por modelación matemática

Montes-Pérez Rubén, Escobar-Bernal Eunice, Albarracín-González Yorvey, Adame-Erazo Sonia, Camacho-Reyes Jairo

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Implications of the use of organochlorine in the environment, and public health 43

Repercusiones del uso de los organoclorados sobre el ambiente y salud pública

Zaragoza-Bastida Adrián, Valladares-Carranza Benjamín, Ortega-Santana César, Zamora-Espinosa José, Velázquez-Ordoñez Valente, Aparicio-Burgos José

CINTILLO LEGAL

Abanico Veterinario, Año 6, Volumen 6, No. 1, Enero-Abril 2016, Publicación cuatrimestral editada por Sergio Martínez González, Calle Tezontle 171, Colonia El Pedregal, Tepic, Nayarit, México, C.P. 63164, Tel 01 311 1221626, abanicoveterinario@gmail.com.

Editor responsable: Sergio Martínez González. Cuenta para formato internet web ISSN 2448-6132 y reserva de derechos al uso exclusivo y 04-2016-030212451700-203, 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, 15 de Abril de 2016.

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

EDITORIAL

Estimados lectores y autores ABANICO VETERINARIO sigue evolucionando y ya se cuenta con el ISSN para formato web es 2448-6132.

La página web www.sisupe.org hoy aloja a REVISTAS ABANICO mediante el gestor OJS, y que contiene la revista ABANICO VETERINARIO.

La revista ABANICO VETERINARIO estuvo presente en la Reunión con Editores de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología organizada por CONACYT el 14 de Abril de 2016, donde explicaron las nuevas reglas para ingresar al Índice de Revistas Mexicanas en Ciencia y Tecnología.

ABANICO VETERINARIO desde su inicio en mayo 2011 y a hasta 2015 público los artículos sin costo, en apoyo al investigador de cualquier parte del mundo. Pero a partir del 2016 tiene un costo de recuperación de \$1000.00 por artículo.

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
Director

INDICACIONES PARA LOS AUTORES

Se publican artículos científicos con las siguientes características:

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

2.- Idioma: en inglés y en español.

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

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

5.- Extensión: 5 a 15 páginas.

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

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

8.- Los artículos deberán enviarse en archivo electrónico en formato Word. La letra utilizada será Arial 12 color negro, párrafo justificado a 1.15 de opciones de interlineado sin espacios ni antes ni después. Títulos centrados con mayúsculas, minúsculas y negritas. Con diseño de página márgenes 2.5 por lado, tamaño carta y orientación vertical.

9.- El archivo deberá ser enviado en línea en <http://www.sisupe.org/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario>.

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

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

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

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

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

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

11.- Tablas y figuras incluidas en formato Word y que sean editables, en blanco y negro, sin salirse de los márgenes; con título de las tablas colocarlo en la parte superior y el de las figuras en la parte inferior, centrado, en Arial 10 y negrita y en el interior de tablas y figuras Arial 8.

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

INDIZADA EN

IMBIOMED. Índice Mexicano de Revistas Biomédicas Latinoamericanas

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

MEDIGRAPHIC. Índice de Revistas Médicas Latinoamericanas

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

DIALNET.

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

EBSCO- Academic Search.

<http://www.ebsco.com/>

CENGAGE-Informe académico

<http://www.cengage.com.mx/rs/informe/>

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

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

BIBLAT. Bibliografía latinoamericana en revistas de investigación científica y social

<http://biblat.unam.mx/es/#carousel-biblat>

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico).

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

PERIODICA. Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias

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

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

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

INCLUIDA EN

CONRICYT. Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica

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

Google Académico.

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

SUSCRIPCIÓN Y PAGO POR PUBLICACIÓN

Suscripciones y pagos por publicación depositar a la Cuenta Bancaria de Bancomer 1473789969 a Nombre de Fabiola Orozco Ramírez y enviar depósito escaneado y datos de dirección postal al correo abanicoveterinario@gmail.com. Para suscripción anual (tres números) en formato electrónico \$50.00 con envíos a su correo electrónico. Para envíos a otros países favor de comunicarse por correo electrónico. Por ser una revista de acceso abierto los autores pagarán \$1000.00 por cada publicación.

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

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

www.imbiomed.com

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

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

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

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

Artículo Original. Enero-Abril 2016; 6(1): 13-21. Recibido: 14/08/2015. Aceptado: 24/01/2016.

Productive performance and carcass characteristics of steers fed with glucogenic precursor

Rendimiento productivo y calidad de la canal de becerros alimentados con un precursor glucogénico

Carrillo-Herrera Jay¹, Murillo-Ortiz Manuel² , Herrera-Torres Esperanza², Carrete-Carreón Francisco², Reyes-Estrada Osvaldo², Livas-Calderón Fernando³

¹Alumna de la Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, México. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, México ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Murillo-Ortiz Manuel. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Durango-Mezquital Km 11.5. Durango, México. CP 34000 Email: muom8@yahoo.com.mx

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of commercial glucogenic precursor (Lipofeed®) on productive performance and carcass characteristics of steers in feedlot. The study lasted 120 days, and 16 steers of different breeds of cattle were used with an average weight of 260±5 kg. Animals were fed with experimental diets; T1: 15 % alfalfa hay (AH), 15 % oat hay (OH), 20 % cotton seed (CS), 47 % rolled corn, 1 % minerals, 2 % bicarbonate; T2, T3, and T4 added 20, 40 and 60 g of glucogenic precursor. +. For administration, the glucogenic precursor was mixed with the ingredients of diets which were provided at 07:00, and 19:00 h. The intake of each diet, was restricted to 2.8% of live animal weight. Data obtained were analyzed with a completely randomized design (4 treatments and 4 replicates). The higher weight daily gain (WDG), feed conversion (FC), hot carcass weight (HCC) and area of rib eye (ARE) were obtained with the treatment of 20 g of glucogenic precursor ($P<0.05$). According to the results of this research, it is concluded that 20 g of glucogenic precursor improves the productive variables and carcass characteristics of steers in feedlot.

Keywords: cattle, glucogenic precursor, productive performance, carcass characteristics.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar los efectos de un precursor glucogénico comercial (Lipofeed®), sobre el rendimiento productivo y características de la canal en becerros en corral de engorda. El estudio duró 120 días y se utilizaron 16 becerros cruzados con un peso promedio de 260 ± 5 Kg. Los animales se alimentaron con cuatro dietas experimentales; T1: 15 % heno de alfalfa (HA), 15 % heno de avena (HAV), 20 % harinolina (H), 47 % maíz roado (MR), 1 % mezcla mineral, 2 % bicarbonato; T2, T3 y T4 se le adicionó al T1 20, 40 y 60 g del precursor glucogénico, respectivamente. Los datos obtenidos se analizaron con un diseño completamente al azar (4 tratamientos y 4 repeticiones). Para su administración el precursor glucogénico se mezcló con los ingredientes de las dietas, las cuales fueron proporcionadas a las 07:00 y 19:00 h. El consumo se restringió al 2.8 % del peso vivo de los animales. La mayor ganancia diaria de peso (GDP), la conversión alimenticia (CA), el peso de la canal caliente (PPC) y el área del ojo de la costilla (AOC) se obtuvieron con el tratamiento de 20 g de precursor glucogénico ($P < 0.05$). De acuerdo a los resultados de esta investigación se puede concluir que 20 g de precursor glucogénico mejoran las variables productivas y características de la canal de los becerros en corral de engorda.

Palabras clave: bovinos, precursor glucogénico, rendimiento productivo, características de la canal.

INTRODUCCIÓN

Debido al incremento constante del precio de granos y cereales, la etapa en el desarrollo y la finalización de ganado bovino en corrales de engorda, incrementó sus costos de producción. Por lo tanto, se buscan alternativas alimenticias de bajo costo que favorezcan el rendimiento óptimo del ganado y garanticen la inocuidad de la carne. En este sentido se puede decir que el concepto de calidad en canales de ganado bovino ha evolucionado; tanto en el mercado interno como para exportación, se enfrenta el reto de producir carne de excelente calidad en el menor tiempo posible, con el fin de hacer rentable y eficiente la empresa ganadera. No obstante, en términos del mercado internacional, se consideran de calidad aquellas canales bien conformadas, con un elevado contenido de músculo y suficiente cantidad de grasa intramuscular, para satisfacer los requerimientos organolépticos del consumidor (Monsón *et al.*, 2005).

La biotecnología aplicada a la nutrición animal, ha generado una serie de aditivos alimenticios, cuya función biológica es mejorar la actividad de los microorganismos del rumen, y de esta forma incrementar la eficiencia de utilización de los nutrientes aportados por la dietas consumidas por los bovinos en corrales de engorda. Los principales aditivos alimenticios que se utilizan con mayor frecuencia en dietas, para ganado bovino en engorda intensiva, son: ionóforos, levaduras y enzimas fibrolíticas.

La acción biológica de los ionóforos, está relacionada directamente con las vías metabólicas que incrementan la producción de ácido propiónico y el recambio de la glucosa corporal (Van Soest, 1994). Esta acción se debe en parte a un proceso de selección biológica de bacterias resistentes que metabolizan más propionato y succinato, y menos acetato, butirato, formato y metano (Cobos, 1996). También se ha demostrado que los ionóforos reducen la degradación de la proteína e incrementan la cantidad de proteína de sobrepaso que llega al abomaso (Cain, 1987).

En el caso de las levaduras, se ha encontrado que adicionadas a dietas de bovino productores de carne, incrementan la digestión y flujo de nitrógeno; la concentración de nitrógeno amoniacal ruminal, modifican la tasa de recambio ruminal de líquidos y mantienen el pH ruminal por tiempo prolongados después de la alimentación (Adams *et al.*, 1981; Erasmus *et al.*, 1992); (Martín *et al.*, 1989; Murillo *et al.*, 2000^a).

Por lo que respecta a las enzimas fibrolíticas, los estudios indican que mejoran la digestibilidad de la fibra en dietas altas en concentrados (Zinn y Salinas, 1999), lo cual puede mejorar el empleo de los nutrientes en los rumiantes. Esta acción se atribuye a que las posibles deficiencias de las enzimas fibrolíticas presentes en el rumen, pueden ser parcialmente superadas con la suplementación de las dietas con enzimas fibrolíticas (Murillo *et al.*, 2000^b).

Con el uso de ionóforos, levaduras y enzimas fibrolíticas en dietas de desarrollo y finalización, se han obtenido incrementos significativos en las ganancias diarias de peso y la conversión alimenticia de bovinos en engorda intensiva (Duffield *et al.*, 2012; Swyers *et al.*, 2014; He *et al.*, 2014). Además de estos aditivos, una nueva alternativa es el uso de precursores glucogénicos elaborados a base de propionatos (Sánchez *et al.*, 2014), los cuales favorecen la producción de energía a partir de la oxidación de glucosa a ácido pirúvico, en la ruta de la glucólisis (Van Soest, 1994). O bien a través del ciclo de Krebs en la ruta del succinato, donde se transforma en propionil CoA, para después formarse propionato; y finalmente piruvato a glucosa (McKee y McKee, 2013). La glucosa así formada representa una fuente extra de energía, la cual es utilizada por el animal para promover mayores incrementos diarios de peso, así como mejores conversiones alimenticias; y por lo tanto mejores rendimientos en canal. En México, la evaluación de este tipo de aditivos en la alimentación del ganado es incipiente y resulta relevante su evaluación en dietas de crecimiento y finalización de ganado bovino en corral de engorda. Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue evaluar los efectos de un precursor gluconeogénico sobre el rendimiento productivo y las características de la canal de becerros en corral de engorda.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción y localización del estudio

El presente estudio se realizó en el Ejido de Praxedis Guerrero (La Loma), situado en el km 12.5 de la carretera Durango-Mezquital; con una altitud de 1890 msnm, con temperatura promedio de 31°C durante los meses de mayo y junio y de 1.7°C en el mes de enero; la precipitación media anual es de 450 mm (INEGI, 2004).

Animales y dietas experimentales

La prueba duró 120 días, se utilizaron 16 becerros cruzados de diferentes razas de ganado bovino (*Bos taurus* y *Bos indicus*) de un peso promedio de 260 ± 5 Kg. Al ingreso al corral de engorda, los becerros fueron pesados, desparasitados, vitaminados, vacunados y alojados en corraletas individuales de 3x6 m provistas con bebederos y comederos. Las dietas experimentales fueron isonitrogenadas e isoenergéticas, se formularon de acuerdo a los requerimientos para bovinos de carne en crecimiento recomendados por la NRC (2000). La composición de las dietas y su perfil nutricional se muestra en la Tabla 1.

Tratamientos experimentales

Los tratamientos evaluados consistieron en 4 niveles de un precursor glucogénico comercial (Lipofeed ®) (0, 20, 40 y 60 g a/d). La cantidad de precursor glucogénico se mezcló con los ingredientes de las dietas. Las dietas se proporcionaron a los animales en dos horarios 7:00 y 19:00 horas. El consumo de cada dieta se restringió al 2.8% del peso vivo de los animales (Zinn *et al.*, 2000).

Fases de la engorda y variables de respuesta.

La prueba de alimentación duró 120 días, de los cuales en los primeros 15 días, se les ofreció a los becerros una dieta con 50 % de forraje y 50 % de concentrado (fase de inicio). Los siguientes 15 días se incrementó a 65 % el concentrado (fase de transición); y al término de esta fase, los animales se finalizaron durante 90 días, con 70 % de concentrado y 30 % forraje. Con el propósito de obtener la ganancia diaria de peso y ajustar los consumos individuales de materia seca, los becerros se pesaron cada 14 días. Para el cálculo del consumo de materia seca de los animales, durante los últimos diez días de cada mes, se tomaron muestras del alimento rechazado por cada animal. Con la ganancia diaria de peso y el consumo de materia seca de los animales se estimó la conversión alimenticia (Kg de MS consumida /Kg de peso incrementado).

Características de la canal

Al concluir los 120 días de la prueba de alimentación los becerros fueron sacrificados en un rastro tipo inspección federal, perteneciente a la Unión ganadera del estado de Durango. El sacrificio se realizó mediante aturdimiento con pistola de perno cautivo.

Las canales fueron cortadas longitudinalmente y se registró el peso de la canal caliente en una báscula de riel electrónica. El espesor de la grasa dorsal (EGD) y el área del ojo de la costilla (AOC), fueron medidos en la canal fría a la altura de la 12^a costilla 24 horas después del sacrificio; de acuerdo a las normas establecidas por la USDA (Kempster *et al.*, 1982). El EGD se midió con un vernier. El rendimiento (R) se calculó de la siguiente manera: peso de la canal caliente/ peso final)*100.

Tabla 1. Composición de la dietas y tratamientos experimentales

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Heno de alfalfa (%)	15.0	15.0	15.0	15.0
Heno de avena (%)	15.0	15.0	15.0	15.0
Harinolina (%)	20.0	20.0	20.0	20.0
Maíz roado (%)	47.0	47.0	47.0	47.0
Mezcla mineral (%)	1.0	1.0	1.0	1.0
Carbonato de calcio (%)	2.0	2.0	2.0	2.0
Rumensin (g) ^a	2	2	2	2
Sustrato glucogénico (g/a/d)	0	20	40	60
Composición Nutricional (BS) ^b				
ENm (Mcal/Kg)	1.79	1.79	1.79	1.79
ENg (Mcal/Kg)	1.12	1.12	1.12	1.12
TND (%)	80.0	80.0	80.0	80.0
PC (%)	17.2	17.2	17.2	17.2
EE (%)	3.0	3.0	3.0	3.0
FDN (%)	25.5	25.5	25.5	25.5
Ca (%)	1.18	1.18	1.18	1.18
P (%)	0.45	0.45	0.45	0.45

^aMonensina adicionada en 2 g a/d/d

^bValores tabulares generados con el programa sin tomar en cuenta el aporte nutricional de Lipofeed®, NRC (2000)

Análisis estadístico

Las variables de rendimiento productivo y de las características de la canal se analizaron mediante un diseño completamente al azar con 4 tratamientos (dietas) y 4 repeticiones (becerros); y para separar las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey (Snedecor y Cochran, 1989). Los datos se analizaron de acuerdo a los procedimientos GLM de SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento productivo

En la Tabla 2 se muestran las variables de comportamiento productivo de los becerros registradas durante el periodo de engorda. El PF y la GDP fueron diferentes entre los tratamientos ($P<0.05$). Con T2 el peso final (PF) fue 12.8 % más alto que el tratamiento control (T1); mientras que con T2 la GDP incrementó 21.2 % con respecto al tratamiento control (T1). El consumo de materia seca (CMS) más bajo, se registró con T2 y fue diferente a los otros tratamientos ($P<0.05$). La mejor CA se obtuvo con T2 en comparación con la CA, obtenida con los demás tratamientos ($P<0.05$); es decir con T2 el ganado consumió una menor cantidad de materia seca para producir un kilogramo de peso vivo.

Tabla 2. Rendimiento productivo de becerros en corral de engorda suplementados con un precursor glucogénico

	T1	T2	T3	T4	EED
Peso Final, kg	436.6 ^d	492.6 ^a	466.6 ^b	459.3 ^c	3.7
GDP, kg/d	1.27 ^d	1.54 ^a	1.42 ^b	1.38 ^c	1.2
CMS, kg/d	11.2 ^a	10.2 ^b	11.4 ^a	11.1 ^a	1.0
CA	8.8 ^a	6.6 ^c	8.0 ^b	8.0 ^b	2.6

^{abc}Medias dentro de las hileras con literales distintas son diferentes ($P < 0.05$). GDP= ganancia diaria de peso; CMS= consumo de materia seca; CA= conversión alimenticia

Existe poca información científica relacionada a la respuesta productiva de becerros suplementados con propionatos; sin embargo, Corona *et al.* (2005) y Scott *et al.* (2003) reportaron valores inferiores a los registrados en este estudio en la GDP, CMS y CA en becerros en corral de engorda alimentado con dietas similares en ingredientes y en proporciones forraje:concentrado.

Las diferencias observadas entre nuestro estudio y los trabajos antes mencionados, pueden explicarse a partir de la densidad energética de las dietas consumidas por el ganado en ambos estudios (Núñez *et al.*, 2014). Cabe mencionar que los carbohidratos presentes en las raciones proporcionan más del 50% de la energía que efectúa el trabajo metabólico. El metabolismo de los carbohidratos o de los compuestos formados a partir de compuestos diferentes a los carbohidratos, como los propionatos; proporcionan energía que se almacena como glucógeno, que sirve para la síntesis de aminoácidos no esenciales; y ante un exceso de carbohidratos, la síntesis de ácidos grasos; lo cual podría tener como efecto el aumento en la masa muscular de los animales.

Características de la canal

En la Tabla 3 se muestran las características de la canal de becerros en corral de engorda suplementados con un precursor glucogénico. No se observaron efectos de tratamientos sobre el espesor de la grasa dorsal ($P > 0.05$); no obstante, el PCC fue diferente entre tratamientos ($P < 0.05$). Con T2 el peso de la canal caliente fue 14.9 %, más alto que el tratamiento control (T1). También con T2, se obtuvo el valor más alto en el AOC, en relación con los otros tratamientos evaluados ($P < 0.05$). Con T2 el AOC fue 20.5 % más alto que el tratamiento control (T1), y no se registraron diferencias en el AOC entre T3 y T4 ($P > 0.05$). No se observaron diferencias en el rendimiento de la canal (RC) entre T1, T2 y T3 ($P > 0.05$); aunque las medias de estos tres tratamientos fueron diferentes a T4 ($P < 0.05$).

Tabla 3. Características de la canal de becerros en corral de engorda suplementados con un precursor glucogénico

	T1	T2	T3	T4	EED
EGD, cm	0.33 ^a	0.79 ^a	0.70 ^a	0.80 ^a	0.07
PCC, kg	260.6 ^d	299.6 ^a	281.3 ^b	269.5 ^c	3.64
AOC, cm ²	84.6 ^c	102.0 ^a	92.6 ^b	91.3 ^b	2.64
RC, %	59.6 ^a	60.8 ^a	60.2 ^a	56.7 ^b	0.33

^{abcd}Medias dentro de las hileras con literales distintas son diferentes ($P < 0.05$). EGD= espesor de la grasa dorsal; PCC= peso de la canal caliente; AOC=área del ojo e la costilla; RC=rendimiento de la canal

De igual manera, no se encontraron estudios en los cuales se evaluaran los efectos del precursor glucogénico en las características de la canal de ganado bovino en corral de engorda. Sin embargo, Boles *et al.*, (2004) con dietas similares, encontró PCC menores a los registrados en este estudio en novillos en corral de engorda. Así mismo, Schoonmaker *et al.* (2010) y Depenbush *et al.* (2009) en condiciones experimentales similares a las de este estudio, obtuvieron incrementos de 2% en el PCC en novillos finalizados en corral de engorda. Por lo que respecta al AOC Buckner *et al.*, (2008) reporta 94.5 cm² en bovinos finalizados en corral de engorda.

Las canales obtenidas en el presente estudio pueden considerarse de grado 1, puesto que de acuerdo con las normas establecidas por la USDA, las canales de bovinos con rendimientos por encima de 52 %, se consideran dentro de este nivel de calidad. Este nivel describe a una canal cubierta con una capa delgada de grasa sobre el lomo y la costilla, así como depósitos pequeños de grasa en el riñón, pelvis y corazón (Hale *et al.*, 2013). En este trabajo se registraron rendimientos de la canal superiores a los reportados por Hernández *et al.* (2009).

CONCLUSIÓN

La adición de 20 g del sustrato glucogénico, mejora el comportamiento productivo y algunas características de la canal, por lo que es una buena alternativa para ser utilizado en las dietas de desarrollo y finalización de ganado bovino en corral de engorda.

LITERATURA CITADA

ADAMS CC, Galyean ML, Kiesling HE, Wallace JD, Finker MD. Influence of viable yeast culture, sodium bicarbonate and monensina on liquid dilution rate, rumen fermentation and feedlot performance of growing steers and digestibility in lambs. *J Anim Sci.* 1981; 53:780.

BOLES SA, Bowman JG, Surber LM, Boss DLJ. Effects of barley variety fed to steers on carcass characteristics and color of meat. *J Anim Sci.* 2004; 82:7:2087-2091.

BUCKNER CD, Mader TL, Erickson GE, Colgan SL, Mark DR, Bremer VR, Kargues KK, Gibsons ML. Evaluation of dry distillers grains plus soluble inclusion on performance and economics of finishing beef steers. *Prof Anim Sci.* 2008; 24:404-410.

CAIN M. Modo de acción eficacia y valor económico de los ionóforos para bovinos en pastoreo. Memorias del Seminario Internacional. 1987:88-93. Chihuahua, Mex

COBOS PM. Microbiología aplicada a producción de rumiantes. Memoria del curso Internacional avanzado de nutrición de rumiantes. Universidad Autónoma Metropolitana. 1996; pp 16.

CORONA LS, Rodríguez R, Ware A, Zinn. RA. Comparative effects of whole, ground, dry-rolled, and steam flaked corn on digestion and growth performance in feed lot cattle. *Prof Anim Sci.* 2005; 21:200-206.

- DEPENBUSCH BE, Coleman CM, Higgins JJ, Drouillard JS. Effects of increasing levels of dried corn distillers grains with soluble on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of yearling heifers. *J Anim Sci.* 2009; 87:2653-2663.
- DUFFIELD TF, Marrill JK, Bagg RN. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake, *J. Anim. Sci.* 2012; 90:4583-4592.
- ERASMUS LJ, Botha PM, Kistner A. Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation and duodenal nitrogen flow in dairy cows. *J Dairy Sci.* 1992; 75:3056.
- HALE DS, Goodson K, Savell SW. [USDA Beef Quality and Yield Grades. Department of Animal Science Texas A&M. 2013.](#) Access: 20/Mayo/2015.
- HE ZX, He ML, Walker ND, McAllister TA, Yang WZ. Using a fibrolytic enzyme in barley-based diets containing wheat dried distillers grains with solubles: Ruminal fermentation, digestibility, and growth performance of feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 2014; 92:3978-3987.
- HERNÁNDEZ BJ, Gómez VA, Núñez GFA, Ríos RFG, Mendoza MGD, García MJA, Villegas AY, Hernández SD, Joaquín TBM. Rendimiento de la canal y de los componentes no cárnicos de toretes pardo suizo x cebú en tres sistemas de alimentación en clima cálido húmedo. *Universidad y Ciencia.* 2009; 25:2:173-180.
- INEGI. [Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Cuaderno Estadístico Municipal Durango. Estado de Durango, México. 2004: 16-24.](#) Accesado en 10 de Junio 2015
- KEMPSTER T, Cuthbertson A, Harrington G. Carcase evaluation In *Livestock Breeding, Production and Marketing.* Mackays of Chatham, Kent. Gran Bretaña. 1982:306-308.
- MARTIN SA, Nisbet DJ, Dean RG. Influence of a commercial yeast supplement on the in vitro ruminal fermentation. *Nutr. Rep. Int.* 1989; 40:395.
- MCKEE T, McKee JR. *Bioquímica: La base molecular de la vida.* 3a Edición. McGraw Hill Interamericana. 2013: 221-222. ISBN:844860524-1
- MONSÓN F, Campo MM, Panea B, Sañudo C, Olleta JL, Alberti P. Relación entre medidas objetivas y subjetivas de la conformación en 15 razas europeas de vacuno. *XI Jornadas de Producción Animal de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario.* Zaragoza, España. 2005:38-44.
- MURILLO OM, Álvarez EG, Castro H, Sánchez JF, Vázquez MS, Zinn RA. Interaction of forage level and fibrolytic enzymes on digestive function in cattle. *Proc. Wes. Sec. Amer. Soc. Anim. Sci.* 2000^a; 51:324327
- MURILLO OM, Reyes F. Evaluación de *Yea Sacc*¹⁰²⁶ en suplementos para bovinos productores de carne apacentados en praderas asociadas de gramíneas y leguminosas. En: *Biotechnología en la Industria de la Alimentación Animal.* 2000^b:91-94.
- NRC. *Nutrient Requirements of Beef Cattle.* 7th edition, National Academy of Sciences. National Research Council. Washington, DC, USA. 2000.
- NUÑEZ AJ, Felix CTL, Lemenager RP, Schoomaker JP. Effect of calcium oxide inclusion in beef feedlot diet containing 60% dried distillers grains with soluble on ruminal

fermentation, diet. Digestibility performance and carcass characteristics. J Anim Sci. 2014; 92:3954-3965.

SANCHEZ PH, Tracey LN, Browne-Silva J, Lodge-Ivey SL. *Propionibacterium acidipropionici* P169 and glucogenic precursors improve rumen fermentation of low-quality forage in beef cattle. J. Anim. Sci. 2014; 92:1738-1746.

SAS (2003). SAS User's Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.

SCHOONMAKER JP, Trenkle AH, Beitz DC. Effect of feeding wet distillers grains on performance, marbling deposition, and fatty acid content of beef from steers fed low- or high-forage diets. J Anim. Sci. 2010; 88:3657-3665.

SCOTT TL, Milton CT, Erickson GE, Klopfenstein TJ, Stock RA. Corn processing method in finishing diets containing wet corn gluten feed. J. Anim. Sci. 2003; 81:3182-3190.

SNEDECOR, G. W and W. G. Cochran. Statistical Methods. 8th Edition. Iowa State University Press. 1989:95-106. ISBN-10:0813815614

SWYERS KL, Wagner JJ, Dorton KL, Archibeque SL. Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product as an alternative to monensin on growth performance, cost of gain, and carcass characteristics of heavy-weight yearling beef steers. J. Anim. Sci. 2014; 92:2538-2545.

VAN SOEST PJ. Nutritional Ecology of the Ruminant, 2ed. Corvallis. O. and B. Book Company. University Press, Ithaca. N. York. USA. 1994: 121-130. ISBN: ISBN 0-8014-2772-X

ZINN RA, Gulati SK, Plascencia A, Salinas J. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. J. Anim. Sci. 2000; 78: 1738-1746.

ZINN RA, Salinas J. Influence of Fibrozyme on digestive function and growth performance of feedlot steers fed a 78% concentrate growing diet. In: Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Altech's 15 th Annual Symposium. Nottingham, University Press. 1999:313-320. ISBN: 1-897676-700

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa "Premezclas Energéticas Pecuarias (PREPEC)" el apoyo recibido para la realización de esta investigación.

Artículo Original. Enero-Abril 2016; 6(1): 22-28. Recibido: 12/12/2015. Aceptado: 13/02/2016.

Bacterial study in uterus from slaughtered cows at the municipal slaughterhouse in Tulancingo, Hidalgo

Estudio bacteriano en úteros de vacas sacrificadas en el rastro municipal de Tulancingo, Hidalgo

Espinoza-Santillán Diana¹, Martínez-Juárez Víctor¹, Peralta-Ortiz Jesús¹, Molina-Mendoza Pedro², Olave-Leyva José¹, Ávila-Castillo Rogelio¹ 

¹Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. Rogelio Ávila Castillo. Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Rancho Universitario. Av. Universidad, Km. 1, Ex-Hda. de Aquetzalpa, AP 32, CP 43600. Tulancingo, Hidalgo, México. mvzroger2004@gmail.com

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the presence and identification of bacterial microorganisms in uterus from slaughtered cows. Thirty-two samples of uterine lavage were obtained, these samples were used to inoculate blood agar and McConkey agar culture media, subsequently these underwent Gram staining for classification in Gram-positive and Gram-negative. A Catalase test, besides a mannitol salt agar culture and coagulase, were performed to the Gram-positive bacteria, while to the Gram-negative bacteria, the IMViC tests were performed. 100% of the samples showed bacterial isolation; from these, 40.62% were coagulase-negative Staphylococcus (SCN), likely epidermis species, representing the highest frequency of bacterial isolates ($P < 0.05$). Among the Gram-negative isolates Salmonella spp. prevailed with 15.62% and 12.5% for Escherichia coli. The results demonstrate that, in the uterus from slaughtered cows at the slaughterhouse, bacterial organisms, live as part of normal microbiota of the uterus, however, these bacteria are also described as opportunistic pathogens that cause different degrees of uterine infection, which may be related with reproductive tract infections, and adverse effects on fertility, encouraging the animal sacrifice.

Keywords: cows, uterus, bacteria, Coagulase negative Staphylococcus.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la presencia e identificar los microorganismos bacterianos presentes en úteros de vacas sacrificadas en rastro. Se obtuvieron 32 muestras de lavados uterinos de vacas, las muestras obtenidas fueron sembradas en agar sangre y agar McConkey, posteriormente se les realizó una tinción de Gram para

clasificarlas en Gram positiva y Gram negativa. A las bacterias Gram positiva se les practicaron pruebas de Catalasa, Cultivo en agar sal y manitol y coagulasa, mientras que a las Gram negativa se les realizaron pruebas IMViC. El 100% de las muestras presentó aislamiento bacteriano, de éstas el 40.62% correspondieron a *Staphylococcus* coagulasa negativos (SCN), probable especie *epidermis*, representando la mayor frecuencia de aislamientos ($P < 0.05$). Entre los aislados de Gram negativos predominó el 15.62% para *Salmonella spp* y el 12.5% para *Escherichia coli*. Los resultados demuestran que en el útero, de vacas sacrificadas en rastro, habitan microorganismos bacterianos que forman parte de la microbiota normal del útero, sin embargo estas bacterias también están descritas como patógenos oportunistas, los cuales pudieran relacionarse con infecciones en el tracto reproductor y efectos negativos en la fertilidad, motivando a la eliminación del animal.

Palabras clave: vacas, úteros, bacterias, *Staphylococcus* coagulasa negativos.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades de origen infeccioso y no infeccioso tienen un impacto negativo en los sistemas de producción bovina, ya que afectan de forma significativa la eficiencia reproductiva del hato. Entre los padecimientos más comunes que afectan al aparato reproductor, se encuentran: la retención placentaria, metritis, endometritis, piometra, reabsorciones embrionarias, aborto, anestro, repetición de estro e infertilidad. Estas enfermedades son favorecidas por diferentes factores predisponentes, entre los que se encuentran los relacionados con la higiene, durante y después del parto (Sheldon *et al.*, 2004; Credille *et al.*, 2014), debido a que durante este tiempo el canal genital está temporalmente abierto (Martins y Borges, 2011) y las bacterias que normalmente habitan la región perianal y vulvar, pueden ascender y causar infección (Fernández *et al.*, 2006).

Los problemas reproductivos infecciosos en el ganado bovino son la causa principal de eliminación de vacas, propiciando pérdidas económicas en la producción animal (Orrego *et al.*, 2003), por lo que la temprana y correcta detección del patógeno específico involucrado en las infecciones del tracto reproductor, es esencial para prevenir problemas reproductivos (Fernández *et al.*, 2006; Galvão, 2012).

Por lo anterior el objetivo del presente estudio fue determinar la presencia e identificación de microorganismos bacterianos en útero y su posible relación como causa de eliminación de vacas sacrificadas en rastro.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el laboratorio de Anatomía y Necropsias, así como en el laboratorio de Investigación de Bacteriología del Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en el Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAp), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Se obtuvieron 32 úteros de hembras bovinas,

sacrificadas en el rastro municipal de Tulancingo; los úteros se transportaron en bolsas de plástico en forma individual dentro de una hielera a temperatura ambiente, entre 15 y 25°C, hasta el laboratorio de Anatomía y Necropsias. Posteriormente se realizó la desinfección externa del cuerpo del útero con cloruro de benzalconio y se introdujeron 50 ml de solución salina estéril en el lumen uterino, mediante una aguja hipodérmica conectada a una jeringa de 10 ml; se aplicó masaje y finalmente se recuperó la mayor cantidad de líquido posible. Las muestras obtenidas fueron depositadas en tubos Falcon de 15 ml y se centrifugaron a 3500 rpm durante 10 minutos; después fue separado el precipitado y se colocó en tubos nuevos numerados para realizar el cultivo.

Los precipitados fueron sembrados en Agar Sangre y Agar McConkey, para observar el crecimiento y características morfológicas de las colonias bacterianas; posteriormente se les realizó una tinción de Gram para diferenciar a las bacterias en dos grupos (Gram positivas y Gram negativas), observando su morfología. A las colonias identificadas como Cocos Gram positivos, se les realizaron las pruebas bioquímicas de Catalasa, Cultivo en agar sal y manitol y coagulasa; mientras que a las identificadas como Bacilos Gram negativos, se les realizaron las pruebas IMViC, para realizar la identificación del género y la especie bacteriana. Las frecuencias obtenidas de los grupos anteriormente mencionados fueron analizados con el PROC FREQ (SAS, 1982), mediante la prueba de χ^2 , a una significancia de 0.05.

RESULTADOS

Aislamiento de bacterias Gram negativas y Gram positivas

Las 32 muestras uterinas presentaron aislamiento bacteriano, y la tinción de Gram mostró que 18 de estas muestras (56.25%), correspondieron a cocos Gram positivos y 14 muestras (43.75%) a bacilos Gram negativo; sin diferencias entre grupos ($P>0.05$).

Identificación de bacterias

A las 18 muestras identificadas como cocos Gram positivos se les realizó la prueba de catalasa, dando resultado positivo; por lo tanto, se identificó de manera preliminar al género *Staphylococcus* spp; posteriormente se realizó la prueba de coagulasa, dando resultados negativos, e identificando como *Staphylococcus* coagulasa negativo (SCN), sin diferencias significativas ($P>0.05$). Después se realizó la prueba de agar sal y manitol, dando como resultado 27.78% de *Staphylococcus* que fermentan manitol, sin diferencias entre los que no fermentan (72.22%; $P>0.05$).

Asimismo, a partir de las 14 muestras identificadas como bacilos Gram negativos, se realizaron las pruebas IMViC para enterobacterias, mostrando 5 aislados preliminares de esta familia, sin diferencias significativas entre grupos ($P>0.05$; cuadro 1).

Total de bacterias aisladas de útero de vacas sacrificadas en rastro

El total de las bacterias aisladas se muestran en el cuadro 2, donde *Staphylococcus* SCN, posiblemente especie *epidermidis* (manitol +) fue la bacteria aislada con mayor frecuencia (40.62%; $P < 0.05$), con respecto a los demás grupos, que fue de 15.62% para *Staphylococcus* SCN posiblemente especie *arlettae* (manitol -), 15.62% a *Salmonella* spp, 12.5% a *E.coli*, 9.37% a *Hafnia alvei*, 3.12% a *Klebsiella* spp y 3.12% a *Kluyvera ascorbata*.

Cuadro 1. Pruebas de reacción positiva (+) y negativa (0) para Indol, Rojo de metilo, Voges proskauer y Citrato (IMViC).

Total de muestras	<i>Hafnia alvei</i> (00+0)*	<i>Klebsiella</i> , <i>enterobacter</i> (00++)*	<i>Salmonella</i> <i>entérica</i> (0+00)*	<i>Escherichia coli</i> (++00)*	<i>Kluyvera</i> (++0+)*
14	3 (21.43)	1 (7.14%)	5 (35.71%)	4 (28.57%)	1 (7.14%)

*Sin diferencias entre grupos.

Cuadro 2. Porcentaje de bacterias aisladas en útero de vacas como resultado de la identificación primaria a partir de pruebas bioquímicas (coagulasa, manitol e IMViC).

Microorganismo	Numero de aislamientos	Porcentaje
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	13	40.62 ^a
<i>Staphylococcus arlettae</i>	5	15.62 ^b
<i>Salmonella entérica</i>	5	15.62 ^b
<i>Escherichia coli</i>	4	12.50 ^b
<i>Hafnia alvei</i>	3	9.37 ^b
<i>Klebsiella</i> sp. <i>Enterobacter</i> sp.	1	3.12 ^b
<i>Kluyvera ascorbata</i>	1	3.12 ^b

^{ab} Literales distintas en una misma columna indican diferencia ($P < 0.05$).

DISCUSIÓN

La mayor frecuencia de aislamientos bacterianos de la presente investigación fue para el género *Staphylococcus* coagulasa negativo (SCN), sugiriendo la especie *epidermidis* (manitol +) y *arlettae* (manitol -). El género *Staphylococcus* se encuentran de forma natural en la piel de vacas adultas y novillas; sin embargo, también han sido aislados en el interior de los pezones, la vagina, el pelaje y las fosas nasales, considerándolos como microorganismos oportunistas, cuyo protagonismo como patógeno ha ido en aumento (Boscan *et al.*, 2010; Pyörälä y Taponen, 2009). Durante el parto y el puerperio el tracto genital de la hembra está expuesto al medio, y permite que bacterias que normalmente habitan la región perineal y vulvar, asciendan y causen infecciones; sin embargo, microorganismos como *Staphylococcus* spp han sido aislados en vacas clínicamente sanas en distintas etapas del ciclo estral, como se reportó en un estudio realizado por Fernández *et al.* (2006), quienes obtuvieron un 17% de frecuencia de aislamiento para

estos microorganismos a partir de muestras uterinas. En este mismo estudio *Staphylococcus spp.*, se relacionó con problemas reproductivos e infertilidad, al ser reportado con un 47 % de aislamiento en vacas con problemas de fertilidad. Estos resultados se asemejan a lo obtenido en el presente estudio donde se posiciona a los SCN como los principales microorganismos encontrados con el 56.25% del total de los aislamientos.

Por lo tanto, estos microorganismos que son considerados como parte de la microbiota normal del útero y tienen el carácter de oportunistas (Fernández *et al.*, 2006), pueden llegar a asociarse con otras bacterias al favorecer su desarrollo e infección del útero (Werner *et al.*, 2012).

En el presente estudio no se pudo afirmar con certeza que las vacas a quienes pertenecían los úteros presentaban problemas reproductivos y de fertilidad, ya que las muestras fueron de úteros procedentes de vacas sacrificadas en rastro, y la causa de su eliminación fue desconocida. Sin embargo, se ha reportado que *Staphylococcus* (SCN) puede estar presente en vacas con infección uterina (metritis o endometritis; Fernández *et al.*, 2006), la cual pudo llevar al fracaso en la fertilidad; siendo la probable causa de su eliminación, al haber representado la mayor frecuencia (56.25%), con respecto a los demás aislamientos del presente estudio.

El ganado bovino *Salmonella enterica* serotipo Dublín, es una especie mayormente conocida de este género (O'Leary, 2014), que está adaptada a su hospedador, causando enfermedad sistémica, abortos y trastornos reproductivos, debido a su capacidad de diseminarse vía hematógena (Nielsen, 2003). En este estudio también se obtuvo un aislamiento de 15.62% de *Salmonella sp.*, de especie desconocida; sin embargo no se pueden dejar pasar las características patogénicas de este género; y podríamos sugerir que también esté involucrado en este tipo de problemática en la reproducción.

Por su parte *E. coli*, se conoce que coloniza el intestino pocas horas después del nacimiento y se ha reportado como microorganismo presente en vacas con problemas reproductivos (Santos *et al.*, 2010; Sánchez *et al.*, 2011). En el presente estudio se obtuvo 12.5% de aislamientos para *E. coli*, lo que se asemeja a los resultados obtenidos por Boscán *et al.* (2010) quien obtuvo 11.01% de aislamientos; por su parte González *et al.* (2007), encontró 22.2% de aislamientos en vacas con problemas de fertilidad. A pesar de que se ha reportado a *E. coli* como habitante normal del cérvix y útero de vacas clínicamente sanas, este microorganismo puede convertirse en un agente oportunista altamente patógeno y de gran importancia en el desarrollo de trastornos inflamatorios en útero y responsable de fallas reproductivas en vacas infecundas (Fernández *et al.*, 2006). Así lo demuestran los altos porcentajes de aislamientos de dicho microorganismo en muestras uterinas de vacas con problemas reproductivos, como el 36% aislado por Sánchez *et al.* (2011).

Por otra parte, uno de los aislamientos en el presente estudio correspondió a *H. alvei* una enterobacteria, que forma parte de la microbiota normal de los mamíferos y se comporta como un patógeno oportunista poco común, que puede causar infecciones nosocomiales como neumonías, meningitis, infecciones urinarias y abscesos en glúteos (Moreno, 2009). Por su parte Fernández *et al.* (2006), encontró la presencia de *H. alvei* en útero de vacas en periodo puerperal y en vacas con problemas de infertilidad, resultados que se asemejan a los obtenidos en este estudio.

En cuanto a *Klebsiella* spp se conoce que es una bacteria que forma parte de la microbiota uterina normal en novillas (González *et al.*, 2007), que no causa alteraciones o problemas reproductivos (Sánchez *et al.*, 2011). Sin embargo, Fernández *et al.* (2006) reportó 1.7% de aislamientos de este microorganismo en vacas con problemas de fertilidad, resultados que se asemejan a lo encontrado en la presente investigación con 3.12% de aislamientos para *Klebsiella* spp.

Por último, se obtuvo un aislamiento del 3.12% de *K. ascorbata*, lo que resulta similar al 4.2% y 6.4% de aislamientos en muestras de cérvix y útero, respectivamente, en vacas clínicamente sanas; por lo que se considera a este microorganismo como parte de la microbiota normal transitoria en el tracto reproductivo (Fernández *et al.*, 2006).

CONCLUSIÓN

Se observó que en los úteros de vacas sacrificadas en rastro habitan microorganismos bacterianos, que forma parte de la microbiota normal del útero; sin embargo estas bacterias están descritas como patógenos oportunistas, que provocan diferentes grados de infección uterina (endometritis, metritis y piometra), los cuales pudieran estar relacionados con infecciones en el tracto reproductor y efectos negativos en la fertilidad; motivando a la eliminación del animal. Por lo tanto, es importante tomar en cuenta la microbiota que habita en el tracto uterino y las situaciones de riesgo asociadas a las infecciones uterinas, que permitan minimizar las tasas de eliminación y los efectos desfavorables sobre la eficiencia reproductiva y la producción.

LITERATURA CITADA

BOSCÁN OJ, Zambrano NS, Nava J, Portillo MG. Perfil de la flora bacteriana vaginal. Un riesgo potencial para la reproducción de vacas criollo limonero. Revista Científica. 2010; 20:227-234.

CREDILLE BC, Woolums AR, Giguere S, Robertso T, Overton MW, Huerley DJ. Prevalence of bacteremia in dairy cattle with acute puerperal metritis. J Vet Intern Med 2014; 28:1606-1612.

FERNÁNDEZ MA, Silveira PA, López RO. Infecciones uterinas en la hembra bovina. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. 2006; 7(10):1-37.

- Galvão KN. Postpartum uterine diseases in dairy cows. *Animal Reproduction*. 2012; 9:290-296.
- GONZÁLEZ M, Ríos RR, Mattar S. Prevalencia de bacterias asociadas a la infertilidad infecciosa en bovinos de Montería, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*. 2007; 12:1028-1035.
- O'LEARY C. Salmonella dublin in Irish cattle. *Veterinary Ireland Journal*. 2014; 4(12):642-643.
- MARTINS TM, Borges AM. Avilacão uterina em vacas durante o puerperio. *Rev Bras Reprod Anim*. 2011; 35:433-443.
- MORENO MC. *Hafnia alvei*. *Revista Chilena de Infectología*. 2009; 26: 355.
- NIELSEN LR. *Salmonella* Dublín in Dairy Cattle: use of diagnostic test for investigation of risk factors and infection dynamics (Ph.D. Thesis). University of Copenhagen. 2003.
- ORREGO AJ, Delgado CA, y Echeverría C. L. Vida productiva y principales causas de descarte de Vacas Holstein en la Cuenca de Lima. *Rev. Inves. Vet. Perú*. 2003; 14:68-73.
- PYÖRÄLÄ S, Taponen S. Coagulase-negative-staphylococci-Emerging mastitis pathogens. *Veterinary Microbiology*. 2009; 134:1-26.
- SÁNCHEZ LM, González CC, Castañeda SR, Pulido VA, Guáqueta MH, Aranda SM, Rueda VM. Evaluación citológica y microbiológica de lavados uterinos en bovinos con problemas reproductivos (estudio preliminar). *Revista MVZ Córdoba*. 2011; 1:2711-2720.
- SANTOS MA, Gilbert RO, Caixeta LS, Machado VS, Texeira LM, Bicalho RC. Susceptibility of *Escherichia coli* isolated from uteri of postpartum dairy cows to antibiotic and environmental bacteriophages. Part II: In vitro antimicrobial activity evaluation of a bacteriophage cocktail and several antibiotics. *Journal of Dairy Science*. 2010; 93(1):105-114.
- SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE). User's Guide: Statistics, Cary, NC, USA Inst. Inc. 1982.
- SHELDON IM, Dobson H. Postpartum uterine health in cattle. *Animal Reproduction Science*. 2004; 82-83:295-306.
- WERNER A, Suthar V, Plöntzke J, Heiwieser W. Relationship between bacteriological findings in the second and fourth weeks postpartum and uterine infection in dairy cows considering bacteriological results. *Journal of Dairy Science*. 2012; 95:7105-7114.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue financiada por el PRODEP de la Secretaría de Educación Pública, ejercicio 2011 con el folio asignado UAEH-PTC-517.

Artículo Original. Enero-Abril 2016; 6(1): 29-34. Recibido: 12/12/2015. Aceptado: 10/03/2016.

Hydroponics maize green forage production with watering every 24 hours

Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas

Zagal-Tranquilino Marcelino¹, Martínez-González Sergio², Salgado-Moreno Socorro², Escalera-Valente Francisco², Peña-Parra Bladimir² , Carrillo-Díaz Fernando²

¹Estudiante de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nayarit. México. ²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nayarit. México. ¹Bladimir Peña Parra. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera de cuota Chapalilla-Compostela KM 3.5, Compostela, Nayarit, México. C.P. 63700. bladiuan73@gmail.com

ABSTRACT

Hydroponic Green Forage (HGF) is the product obtained from germinating cereal grains which is harvest after 12 days, and given to animals as diet. In this experiment, the watering was administrated every 24 hours, 1 Lt per each kg of corn, on cardboard trays. Harvest was made at day 13,14, and 15. Plant height, total yield kg, root kg, stem kg, leaf kg and ungerminated seed kg were measured. The results were statistically analyzed with ANOVA and Tukey. The highest values were at day 13: 30.45 average height $\pm$ 4.5 cm, and a yield of 2.5335 ± 0.3 kg, this due to the 80.5% of germination. It is concluded that, the production of HGF of corn on cardboard trays with irrigation every 24 hours is feasible.

Keywords: germination, yield, cardboard tray.

RESUMEN

El Forraje Verde Hidropónico es el producto obtenido del proceso de germinación de granos de cereales que después de 12 días es cosechado y suministrado a los animales como alimento. En este experimento el riego fue cada 24 horas y con un litro de agua por kg de maíz. Se cosechó los días 13, 14 y 15. Se midieron la altura, kg de rendimiento total, % de germinación, kg de raíz, kg de tallo y hojas, kg de grano no germinado. Los resultados fueron analizados con ANOVA y Tukey. Los valores mayores fueron en el día 13: altura media de 30.45 ± 4.5 cm, un rendimiento 2.5335 ± 0.3 Kg y un 80.5 % de germinación. Se concluye que es factible la producción de FVH de maíz en charolas de cartón con riego cada 24 horas.

Palabras clave: germinación, rendimiento, charola de cartón.

INTRODUCCIÓN

El Forraje Verde Hidropónico (FVH) es el producto obtenido del proceso de germinación de semillas de gramíneas o leguminosas (trigo, avena, cebada, maíz.) que después de 12 días es cosechado y suministrado a los animales (bovinos, ovinos, caprinos, equinos, porcinos, conejos y aves) como alimento; teniendo como principio el crecimiento de las plántulas a partir de las reservas en las semillas; aunque se puede complementar el riego con soluciones nutritivas, esta técnica puede ser con o sin sustrato. Su masa forrajera es completa: hojas, tallos, semillas y raíces, que se logra gracias al poder germinativo de la semilla, agua y energía solar (Pautrat, 2008; FAO, 2002; Müller *et al.* 2005^{a, b}; Herrera *et al.*, 2007).

Una de las plantas más utilizadas con fines forrajeros ha sido el maíz (*Zea mays* L.), por su elevado valor nutritivo y altos rendimientos (Amador y Boschini, 2000; Elizondo y Boschini, 2001 y 2002), lo cual permite que en diversos medios de producción hidropónicos, se generen elevados y constantes volúmenes de FVH de maíz, produciendo alimento a la mitad del costo convencional de forrajes cultivados a campo abierto.

El rendimiento y la calidad del FVH se ve influida por factores como: la calidad de la semilla, variedad, tiempo de remojo, temperatura, humedad, suministro de nutrientes, profundidad, densidad de siembra y la presencia de hongos. Es deseable que la semilla no contenga más del 12% de humedad; debe de estar libre de impurezas o semillas rotas y contaminadas con hongos, ni presentar contaminantes como insecticidas o fungicidas. Las semillas utilizadas por mencionar algunas para la producción de FVH pueden ser maíz, trigo, avena, cebada (Rodríguez, 2006).

Durante el proceso de producción de FVH la temperatura juega un importante papel, ya que los cultivos tienen un rango de temperatura óptima para la germinación y crecimiento; para el caso de avena, trigo y cebada se requieren de 18 °C a 21 °C; en particular el caso del maíz tiene un rango de 25 °C a 28 °C. La temperatura ideal para el nacimiento de maíz es de 15° C, y para la etapa de crecimiento la temperatura ideal es de 24 °C a 30 °C, (Rodríguez, 2006; FAO, 2001).

En un sistema de cultivo sin suelo, la función de un sustrato es el de proporcionar soporte para el crecimiento de las raíces y constituir una base adecuada para dar soporte mecánico de las plantas (Baixauli y Aguilar, 2002); además de permitir la oxigenación del cultivo 15 a 35% y la retención de agua en 20 a 60% (Romo, 2010). La cantidad y variedad de sustratos es considerable y estos han evolucionado grandemente desde el uso de pajas, turbas, cascarillas de gramíneas, fibra de coco, tezontle, caña de azúcar molida y lana de roca, entre otros (Rodríguez *et al.*, 2009). Para el caso del FVH es ampliamente difundido que las semillas se coloquen en los contenedores o charolas sin ningún

sustrato, con esto las raíces crecen y se enroscan entre sí, formando virtualmente un “tapete radicular” y que en cierta forma funge como un sustrato que facilita su transporte y manejo en los comederos (Rodríguez, 2006).

La producción de FVH con la técnica comercial, se realiza en charolas de plástico con riego de agua cada 1 o 2 horas; durante el crecimiento del forraje para cosechar aproximadamente el día 12 o 14. Esta actividad se realiza por una persona de tiempo completo de manera manual o por un sistema automatizado equipado con bomba de agua, tuberías, aspersores, tinacos y charolas.

El objetivo del presente estudio fue desarrollar una técnica sencilla y económica para producir forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas en charolas recicladas de cartón reciclado de huevo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó en el invernadero de la Secundaria Técnica No. 2 de Xalisco, Nayarit, en verano. En el interior del invernadero se registró una humedad de 52 hasta 74 % y temperatura ambiental de 27 hasta 33° C. sin luz solar directa, ya que el techo del invernadero es de lámina de asbesto y cubierto de nylon (polietileno natural) alrededor. Se usaron granos de maíz disponible en esta región, producto de semilla F₂ de maíz amarillo (*Zea mays* L.) de la marca Dekalb® híbrido DK 2020. Como sustrato y contenedor se usaron charolas (30x30 cm) recicladas de cartón de huevo, cloro, agua, regla métrica, báscula, Termo-higrómetro y tijeras.

Cada kg de grano de maíz primeramente fue lavado y limpiado de impurezas y material flotante, posteriormente colocarlo en recipiente con agua con 2 % de hipoclorito de sodio, para eliminar agentes patógenos durante 24 horas; después se dejó en un recipiente con pequeños hoyos durante cuatro días, humedeciendo cada 24 horas en un lugar oscuro pero dentro del invernadero. En un tercer momento, se procede a colocar el grano ya iniciado con la germinación en seis charolas (superficie de 90 x 60 cm) de cartón, desinfectadas con agua clorada 24 horas antes, las cuales están sobre una superficie de nylon. El grano fue tapado con las charolas de cartón durante tres días, para favorecer el término de germinación.

A partir de colocar el grano en las charolas, el riego fue cada 24 horas y con un litro de agua por kg de maíz. Se procede a cosechar los días 13, 14 y 15, se cuenta desde el momento en que se colocó el grano en agua; con 10 repeticiones cada día de cosecha. El FVH de las seis charolas respectivas de cada kg de maíz, se procede a medir la altura (se midió en una muestra de diez plántulas a partir de la semilla al ápice), kg de rendimiento total, kg de raíz, kg de tallo y hojas, kg de grano no germinado (Vargas,

2008). Los resultados fueron analizados con ANOVA y Tukey con el paquete estadístico SPSS Versión 20.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se muestran los resultados encontrados de cada kg de maíz en FVH con charolas de cartón, con riego de agua cada 24 horas y cosecha a los días 13,14 y 15: kg de rendimiento total, kg de raíz, kg de tallo y hojas, kg de grano no germinado y altura. Los valores mayores fueron de altura media de 30.45 ± 4.5 cm, un rendimiento 2.5335 ± 0.3 Kg y un 80.5 % de germinación en el día 13. El % de germinación entre menor sea, menor será el rendimiento total de FVH.

Aunque no se realizó un cultivo de microorganismos, cabe señalar que no hubo desarrollo visible de hongos.

Cuadro 1. Rendimiento de un kg de maíz en FVH con charolas de cartón, con riego cada 24 horas y cosecha a los días 13,14 y 15.

Día de cosecha	Rendimiento total FVH (Kg)	% de germinación	Rendimiento raíz (Kg)	Rendimiento tallo y hoja (Kg)	Semilla no germinada (Kg)	Altura promedio FVH (cm)
Día 13	3.5175±0.5 a	80.5	2.5335±0.3a	0.892±0.2a	0.195±0.05a	30.45± 4.5a
Día 14	2.5335±0.4 b	68.5	1.6795±0.4b	0.541±0.1b	0.312±0.10a	23.81± 3.0b
Día 15	2.9428±0.6 ab	79.9	1.923±0.4b	0.794±0.2a	0.251±0.10a	28.96±2.2a

En un experimento con maíz seleccionado para el cultivo y en charolas de plástico, encontraron a los días de cosecha 8, 10 y 12 con riego solo de agua: altura 13.33, 16.60 y 18.66 cm, raíz 13.33, 14.06 y 14.16 cm, rendimiento de un kg de maíz a forraje verde hidropónico 4.18, 4.43 y 4.78 kg, respectivamente (Morales *et al.*, 2012).

En una investigación se utilizaron semillas híbridas certificadas de maíz SEHIVECA de cultivar HIMECA 2001, lote y tipo k99 004 RED, obtenidas de la Empresa "Semillas Híbridas de Venezuela C.A.", certificadas para un 85% de germinación y cosechadas a los 12 días después del remojo, con soluciones nutritivas; y se encontró el máximo resultado de rendimiento de forraje de 3.86 kg, por cada kilogramo de semilla (Rivera, 2010).

En un experimento con semilla de sorgo, maíz y arroz con irrigación de agua adicionada con solución nutritiva, la relación semilla y material producido, en el caso del sorgo fue de 1: 5.45, para el maíz de 1: 4.3 y para el arroz de 1: 3.58 (Vargas-Rodríguez, 2008). Por su parte, Elizondo (2005) menciona que a partir de 1 kg de semilla, se pueden obtener 9 kg de biomasa.

En un experimento obtuvieron la relación semilla de maíz a forraje verde hidropónico de 1:5.6 a 1:5.1, producido en invernadero bajo las soluciones nutritivas siguientes: té de vermicomposta, té de composta y solución química, (Salas *et al.*, 2012).

La producción de granos germinados para uso forrajero bajo control de temperatura y humedad relativa, densidad, humedad y buena calidad de la semilla; alcanza un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla, en pasto fresco y una altura de 20 cm, aproximadamente, en un periodo de 7 a 10 días. La literatura reporta conversiones de semilla a forraje verde de 5 a 1, y hasta 12 a 1; pero siempre con una pérdida de materia seca. En maíz han encontrado rendimientos normales de 6 a 1, con germinación de un 96% de los granos (Carballo, 2000).

Los resultados de este trabajo son menores posiblemente al bajo % de germinación, por el uso de maíz comercial en la zona y sobre todo que el riego fue solo con agua; y la mayoría de trabajos encontrados los regaron con agua adicionada con soluciones nutritivas. Sin embargo, los resultados indican que sí es posible la producción de FVH bajo un riego cada 24 horas.

CONCLUSIÓN

Los valores mayores fueron en altura media de 30.45 ± 4.5 cm, un rendimiento 2.5335 ± 0.3 Kg y un 80.5 % de germinación. Por lo anterior, es factible la producción de FVH en charolas de cartón con riego cada 24 horas; sin embargo es necesario investigar la técnica con el uso de soluciones nutritivas.

LITERATURA CITADA

[AMADOR AL, Boschini C. Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje. Agronomía Mesoamericana. 2000. 11\(1\): 171-177.](#)

BAIXAULI SC, Aguilar JM. Cultivo sin suelo de hortalizas, Aspectos Prácticos y experiencias. Edita: Generalitat Valenciana Conselleria D' Agricultura, Peixca i Alimentació. Valencia, España. 2002.

[CARBALLO Mondaca CR. Manual de procedimientos para germinar granos para alimentación animal. Culiacán, Sinaloa. Marzo, 2 del 2000.](#)

[ELIZONDO J, Boschini C. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz. Agronomía Mesoamericana. 2001; 12\(2\): 181-187.](#)

[ELIZONDO J, Boschini C. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. Agronomía Mesoamericana. 2002; 13\(1\): 13-17.](#)

[ELIZONDO J. Forraje verde hidropónico. Una alternativa para la alimentación animal. Revista ECAG informa. 2005; \(32\): 36-39.](#)

FAO. Food and Agriculture Organization. Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico. Santiago de Chile. 2001.

FAO. Food and Agriculture Organization. Manual Técnico: Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago de Chile, Chile. 2002.

[HERRERA AM, Depablos L, López R, Benezrra M, Ríos L. Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje hidropónico de maíz \(*Zea mays*\). Respuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. Revista Científica FCV-LUZ. 2007; \(4\): 372-379.](#)

[SALAS Pérez L, Esparza Rivera JR, Preciado Rangel P, Álvarez Reyna VP, Meza Velázquez JA, Velázquez Martínez JR, Murillo Ortiz M. Rendimiento, calidad nutricional, contenido fenólico y capacidad antioxidante de forraje verde hidropónico de maíz \(*Zea mays*\) producido en invernadero bajo fertilización orgánica. Interiencia. 2012; 37\(3\):215-220.](#)

[MORALES-Rodríguez HJ, Gómez-Danés Alejandro A, Juárez López P, Loya Olguín L, Ley de Coss A. Forraje verde hidropónico de maíz amarillo \(*zea maíz I.*\) con diferente concentración de solución nutritiva. Abanico Veterinario. 2012; 2 \(3\): 20-28.](#)

[MÜLLER L, Santos O, Manfron P, Haut V, Binotto E, Medeiros S, Dourado D.. Produção e qualidade bromatológica de gramíneas em sistema hidropônico. Uruguiana. Revista da FZVA \(Brasil\). 2005^a; 12\(1\): 88-97.](#)

[MÜLLER L. Manfron P, Santos O, Medeiros S, Haut V, Dourado D, Binotto E, Bandeira A.. Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de milho, *Zea mays* L., com diferentes densidades de semeadura e datas de colheita. Zootecnia Trop. 2005^b; 23\(2\): 105-119.](#)

PAUTRAT W. Producción de forraje verde hidropónico de cebada para la alimentación de cuyes. INIA. Junín - Perú. 2008.

[RIVERA A, Moronta M, González-Estopiñán M, González D, Perdomo D, García DE, Hernández G. Producción de forraje verde hidropónico de maíz \(*Zea mays* L.\) en condiciones de iluminación deficiente. Zootecnia Trop. 2010. 28\(1\): 33-41.](#)

RODRÍGUEZ SA. Como producir Forraje verde hidropónico. 3^a Edición. Editorial Diana. Impreso en México. 2006.

[RODRÍGUEZ RGS, Hernández-Acosta DL, Flores-Sáenz IC, Escobedo-Cisneros, Quintero-Ramos A, Santana-Rodríguez V, Rodríguez-Rodríguez SM. Cascarrilla de avena y paja de trigo utilizados como sustrato para la producción de forraje verde hidropónico. Tecnociencia Chihuahua. 2009; 3\(3\).](#)

[VARGAS-Rodríguez CF. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. Agronomía Mesoamericana 2008. 19\(2\): 233-240. ISSN: 1021-7444.](#)

Artículo Original. Enero-Abril 2016; 6(1): 35-42. Recibido: 20/10/2015. Aceptado: 04/01/2016.

Simulation deer *Odocoileus virginianus* population dynamics in orinoquia by mathematical modelling

Simulación de la dinámica poblacional de venados *Odocoileus virginianus* en la orinoquía por modelación matemática

Montes-Pérez Rubén¹ , Escobar-Bernal Eunice², Albarracín-González Yorvey², Adame-Erazo Sonia³, Camacho-Reyes Jairo⁴.

¹Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán. México. ²Ingeniera Ambiental. Universidad San Gil, Casanare, Colombia. ³Ingeniera Sanitaria y Ambiental, Fundación Zizua, Boyacá, Colombia. ⁴Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Boyacá, Colombia. Montes-Pérez Rubén. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xmatkuil km 15.5. Mérida, Yucatán, México. mperez@correo.uady.mx

ABSTRACT

Based on previous studies about hunting and estimated White-tailed deer population *Odocoileus virginianus* in Casanare Colombia, the present research proposes a model of deer population dynamics in order to simulate its changes in Colombian Orinoquia. Data generated in Casanare's previous research and bibliographies consulted were used to design the model. Vensim PLE was used to run the simulation and the results show, taking into consideration three possible settings, that: a) the tendency of deer population decreases to extinction, or b) the tendency increases within ten years depending on the availability of vegetal biomass and the intensity of hunting. It is proposed the importance of regulate the intensity of hunting even with high availability of biomass conditions.

Keywords: deer, simulation, modelling, population dynamics, hunting.

RESUMEN

Con base en los antecedentes de cacería y estimaciones poblacionales de venados cola blanca *Odocoileus virginianus* en Casanare Colombia, se planteó en este trabajo, diseñar un modelo para simular la dinámica poblacional de la especie en la Orinoquía colombiana. La formulación de este modelo se basó en datos obtenidos de la literatura y complementado con los resultados de un estudio previo efectuado en Casanare. El modelo fue simulado con Vensim PLE, y los resultados muestran que bajo tres escenarios, a) la tendencia de la población de venados disminuye hacia su extinción, o b) aumenta a lo largo de un horizonte de diez años, dependiendo de la disponibilidad de biomasa forrajera y la intensidad de cacería antrópica. Se propone que es importante regular la intensidad de cacería, aún bajo condiciones de alta disponibilidad de biomasa forrajera.

Palabras clave: venados, simulación, modelación, dinámica poblacional, cacería.

INTRODUCCIÓN

Los estudios poblacionales efectuados con venados cola blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780) que se han desarrollado en Colombia, registran principalmente caracterización de áreas de distribución, ámbito hogareño, hábitos alimenticios y abundancias (Parques Nacionales Naturales de Colombia 2013; Fundación Makú 2004; Martínez-Polanco, 2011). Esta información es importante, pero no corresponden a estudios de mediano o largo plazo que permitan definir tendencias poblacionales, lo cual limita plantear estrategias de manejo prospectivamente, enfoque que es importante para la gestión de poblaciones libres; una de éstas es controlar el aprovechamiento extractivo de poblaciones de venados (Blanco y Zabala, 2005; Adame *et al.*, 2010).

Las evaluaciones de tendencias poblacionales *ex post* permiten identificar factores limitantes o críticos que afectan negativamente a dichas poblaciones; sin embargo se pueden aplicar modelos matemáticos dinámicos, que han sido diseñados para otros sitios (Ford 1999; Mesa-González *et al.*, 2014); y mediante ajustes a su diseño, se pueden emplear para proyectar escenarios posibles con las poblaciones en estudio, y con el monitoreo de mediano y largo plazo efectuar ajustes para validarlo o modificarlo, de manera que se obtengan proyecciones cercanas a la realidad.

El objetivo de este trabajo fue estimar la densidad poblacional de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y proyectar escenarios posibles sobre su dinámica poblacional, con base en un modelo matemático adaptado para Casanare.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en el municipio de Maní, Casanare, Colombia; se localiza geográficamente entre los 4° 25' latitud Norte y entre los 71° 51' a 72° 26' longitud Oeste. Altura promedio de 187 m.s.n.m. (Maní Alcaldía Municipal, 2000). La zona se caracteriza por presentar extensas planicies con relieve plano a ligeramente plano. La precipitación promedio es de 2800 mm/año; el clima es cálido que se caracteriza por una temperatura media intermensual de 27 °C con poca variación entre los meses del año. Existe marcada estacionalidad de las lluvias, la época seca es en los meses de diciembre a abril. La humedad relativa es de 60 a 80% (Pacheco y León-Aristizábal, 2001).

Los suelos en la zona en general son pobres, de texturas variables (arcillosas y arenosas), fuertemente ácidos y de fertilidad baja a muy baja; en gran parte sometidos a inundaciones estacionales. En esta región se presenta varios paisajes: Sabana Herbácea Inundable, Sabana Arbustiva, Bosques de Galería, y Matas de Monte (Adame *et al.*, 2010).

La estimación poblacional se efectuó durante el periodo de sequía, que corresponde a los meses de diciembre de 2009, enero y febrero de 2010; a partir de mapas geográficos

del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, cuyas escalas fueron de 1:50000 y otros a 1:75000. Se trazaron cuatro cuadrantes de 25 km² (5 x 5 km), en tres fincas del municipio (Titiriji, Nebraska y dos en Ventarrón); los cuadrantes estuvieron georreferenciados en los mismos mapas, para instalar un transecto lineal de 4 km de longitud en cada uno de los cuadrantes.

La estimación de la densidad poblacional se efectuó mediante los métodos de avistamiento por transecto lineal y conteo de excretas en parcela. Los datos registrados por el primer método se procesaron en software Transect (Clearinghouse for Ecology Software, 1980). El método de conteo de excretas en parcelas, se utilizó instalando perpendicularmente parcelas cuadradas a lo largo del transecto a intervalos de distancia de 200 m. Cada parcela tenía una superficie de 25 m², se utilizó el método reportado por Mandujano y Gallina (1995), para estimar la densidad con este método. Se aplicó el modelo de Cosecha Sustentable (CS) de acuerdo Hurtado-Gonzales y Bodmer (2004). La CS para venados, se basa en la expectativa de vida, la cual es larga, por tanto la proporción de CS no debe exceder el 20% (0.20) (Robinson y Redford, 1997).

La densidad poblacional estimada por el método de conteo de excretas en parcela presentó la mayor precisión, con estos resultados se efectuó el cálculo de CS. El modelo de dinámica poblacional diseñado se deriva del planteado por García (2000), para la reserva de Kaibab USA, con las modificaciones apropiadas para ser utilizado en la Orinoquía Colombiana.

Los valores de la densidad poblacional de venados, la cantidad de biomasa vegetal potencialmente útil como alimento de venados, fueron generados en el proyecto Plan de Manejo y Conservación del venado cola blanca Jurisdicción de Corporinoquia (Adame *et al.*, 2010), del cual se desprende este trabajo; sin embargo los valores de las demás variables, fueron tomadas de la literatura publicada en diferentes fuentes (Ceballos *et al.*, 2005; Núñez *et al.*, 2000), debido a la carencia de información para la Orinoquia Colombiana.

El tamaño inicial de la población de venados que se introdujo al modelo fue de 591, la superficie disponible de hábitat para venados fue de 300 km², la cantidad de felinos depredadores naturales inicial fue de 3. En todos los escenarios la presión de cacería es de 2 venados por cazador al año (Adame *et al.*, 2010), y la depredación de los jaguares es de 2 venados al año (García, 2000). La variable principal es la población de venados, sobre la que se evaluaron los cambios a partir de dos variables auxiliares: cacería y biomasa (forraje normal).

La simulación del modelo se corrió con el software Vensim PLE (Ventana Systems, Inc. 2000). El diagrama del modelo matemático se muestra en la Fig. 1. La condición del escenario 1, fueron: Cazadores 10 individuos, biomasa vegetal para alimento de venados: 500000 T (tonelada) (condición de abundancia de alimento). Condición del escenario 2: Cazadores 25 individuos; biomasa vegetal para alimento de venados: 500000 T. Condición del escenario 3: Cazadores 25 individuos, biomasa vegetal para

alimento de venados: 43000 toneladas (condición de alimento limitado pero suficiente para mantener la población).

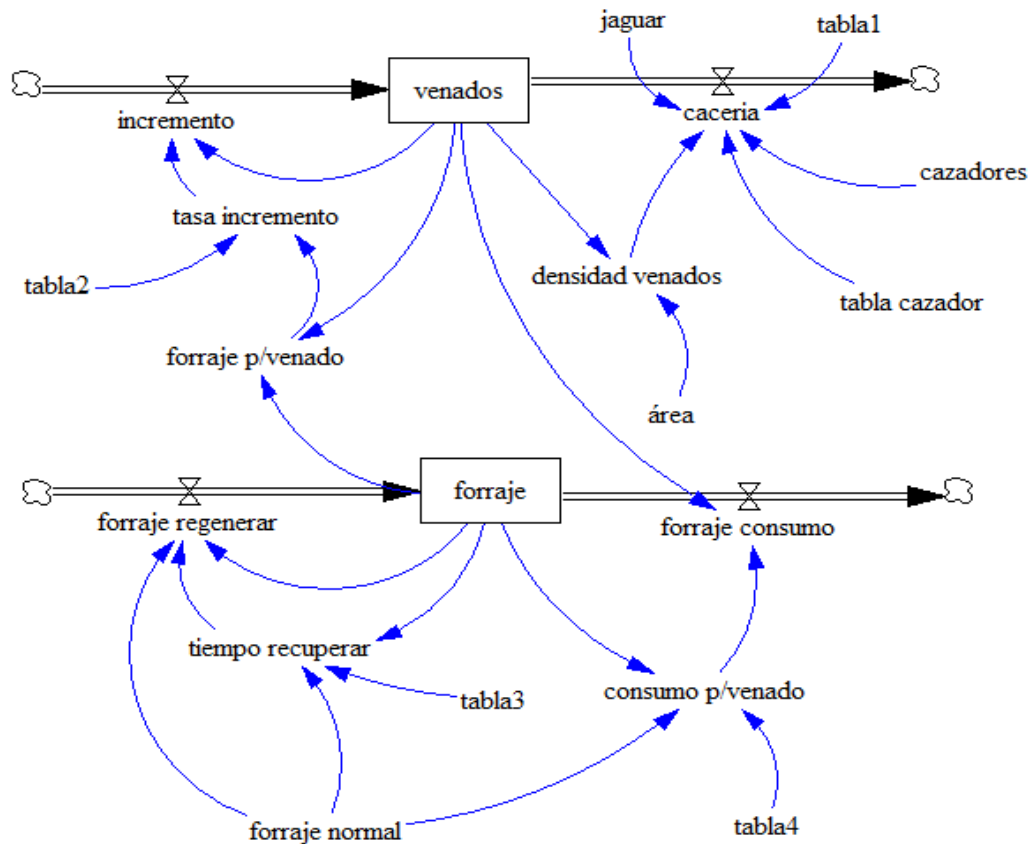


Figura 1. Diagrama de flujo de información entre variables y tablas de relaciones para simular la dinámica poblacional de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Maní Casanare, Colombia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las estimaciones de las densidades poblacionales de venados cola blanca en los cuadrantes de Maní, con el método de transecto lineal fue de 11.29 venados/km²; su coeficiente de variación fue 37.5 %; con el método de conteo de excretas en parcela, fue de 2.69 venados/km², y coeficiente de variación de 17.67 %, a partir de esta densidad se calculó la población total de 538 venados en 300 km². La densidad poblacional en Maní es menor a lo reportado en México 5.5 ± 4.1 individuos/km² (González-Marín *et al.*, 2008); pero mayor a lo informado por Ortiz-Martínez *et al.*, (2005) con valores de 1.13 ± 1.15 venados/km². En los llanos de Venezuela las densidades varían entre 4 a 8 animales/km² (Ojasti, 1993), pero superior a un estudio previo efectuado en Boyacá, Colombia; donde informan densidades de 0.013 venados/km² (Fundación Makú, 2004).

Las densidades estimadas pueden ser el resultado de que en Casanare se encuentran extensiones de sabana, donde las actividades agrícolas representan el 3.7 % del

territorio; en tanto que la pecuaria es de explotación tradicional extensiva, ocupando un porcentaje de superficie de 73 %, representado por rastrojos y pastos; mientras que el 39.17 % corresponde a bosques naturales, lagunas y humedales (Cámara de Comercio Casanare, 2013).

Los estudios que reportan resultados de estimaciones, utilizan generalmente métodos diversos; entre ellos, lo que limita la comparabilidad de los resultados. Es necesario consensuar la aplicación de uno o dos métodos simultáneamente para disponer de información útil y comparable; lo cual permitiría establecer las dinámicas poblacionales de manera sistemática y consistente, tal como ha sido propuesto por Carr y C de Stoll (1999), para el monitoreo en la selva Maya.

La densidad de cosecha estimada a partir de la cartografía social efectuada en Maní (Adame *et al.*, 2010), es de 0.395 venados/km², que corresponde a 78.8 venados cazados en 200 km². La cosecha estimada con base en la productividad reproductiva es de 1.16 venados/km²; por tanto la CS es de 0.376, que es mayor a 0.2. Si las condiciones de la cacería permanecieran constantes bajo este escenario, no es posible conservar la población de venados a largo plazo. Sin embargo, es importante proyectar escenarios futuros, si la presión de cacería o la cantidad de biomasa cambiara, con un tamaño poblacional similar (581 venados); con esta cantidad se simuló el modelo de dinámica poblacional, para determinar la sustentabilidad de la cosecha. La cantidad proyectada de venados en un horizonte de diez años, bajo tres diferentes condiciones de dos variables: cacería y biomasa vegetal, se muestran en la figura 2.

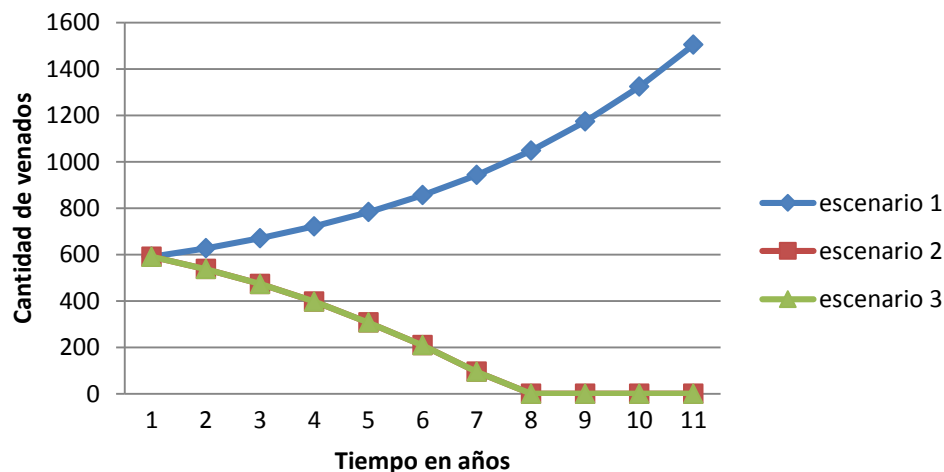


Figura 2. Proyección de la población de venados a un horizonte de 10 años, con una población inicial de 581 venados para Maní, Casanare Colombia. Escenario 1: 10 cazadores, 500000 toneladas de biomasa vegetal. Escenario 2: 25 cazadores, 500000 toneladas de biomasa vegetal. Escenario 3: 25 cazadores, 43000 toneladas de biomasa vegetal.

De los tres escenarios proyectados, sólo el escenario 1 muestra la permanencia de la población de venados a lo largo del tiempo; este resultado es significativo, porque la diferencia principal es la combinación de la cantidad de cazadores con la misma presión de cacería y cantidad de biomasa vegetal potencialmente útil, como alimento de la población de venados cola blanca.

En el escenario 2, el resultado es la extinción de la población, cuando la cantidad es relativamente alta de cazadores ($n=25$), y una biomasa potencialmente disponible como alimento de 43000 toneladas (ton) en la zona de estudio. Incluso en el escenario 3, si la cantidad de biomasa se eleva a 500000 T, se asume entonces que no es limitada y la cantidad de cazadores es igual ($n=25$). La extinción de la población de venados en ambos escenarios se produce a partir del octavo año; en el primer escenario, la biomasa no es limitante y se reduce la presión de cacería ($n=10$ cazadores), la permanencia de la población de venados mejora; incluso aumenta su población para los diez años posteriores.

Es importante indicar que la cacería en Colombia es una práctica cotidiana, de la misma manera que ocurre en México y muchas partes de Latinoamérica (Blanco y Zavala, 2005; Briseño *et al.*, 2011; Cruz-Blanco, 2014). La proyección no está dirigida a predecir la dinámica poblacional, porque es un modelo determinístico, y la información sobre la que se sustenta, corresponde a la obtenida en la literatura, bajo condiciones distintas a las de Casanare; sin embargo, el modelo indica que posiblemente el factor cacería antrópica puede ser importante bajo condiciones de un tamaño de población relativamente pequeño, y debe ser considerado en las políticas para la gestión de venados libres, tal como ha sido indicado en un estudio presentado por Ek (2011) y Quijano-Hernández y Calmé (2002), para el caso de Quintana Roo y Yucatán, México. Sin embargo Martínez-Polanco *et al.*, (2015) mencionan que el principal factor que disminuyó la población de venados en la sabana de Bogotá podría ser fragmentación y destrucción del hábitat, que ocurrió en periodo de crecimiento y urbanización de las ciudades.

CONCLUSIÓN

El factor intensidad de la cacería antrópica podría ser decisivo para la gestión de venados en vida libre, bajo el escenario de abundancia de biomasa forrajera y la presencia de sus depredadores naturales. La simulación de los tres escenarios planteados, bajo un modelo matemático determinístico y dinámico, es un instrumento útil que debe ser validado para la proyección de la dinámica poblacional de venados en vida libre; condicionado bajo ciertos supuestos, si no se dispone de más información precisa, obtenida en la región de estudio.

LITERATURA CITADA

ADAME ES, Montes-Perez RC, Galvis-Rueda M, Castillo-López FI. Formulación del Plan de Manejo del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la jurisdicción de

Corporinoquía, específicamente en los municipios de Paz de Ariporo, Hato Corozal, Maní y Tauramena del Departamento de Casanare. Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (CORPORINOQUIA). Yopal, Casanare, Colombia. 2010: 109-117.

BLANCO EL, Zabala AI. Recopilación del conocimiento local sobre el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) como base inicial para su conservación en la zona amortiguadora del parque nacional natural Pisba en los municipios de Tasco y Socha. (Tesis de pregrado). Tunja, Boyacá; Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 2005.

BRISEÑO MMA, Montes-Perez R, Aguilar CW, Pool CA. Cacería del Pecarí de collar (*Pecarí tajacu*) (Artiodactyla: Tayassuidae) en Tzucacab, Yucatán, México. Rev Mex Mastozool. 2011; 1(1):8-18.

[CÁMARA DE COMERCIO CASANARE. Agenda interna de competitividad y productividad de Casanare.](#) Publicado en 2013.

CARR A, De Stoll AC. Monitoreo Biológico en la Selva Maya. US Man and the Biosphere, Tropical Ecosystem Directorate and Wildlife Conservation Society. Guatemala. 1999.

CEBALLOS G, Chávez C, Zarza H, Manterola C. Ecología y conservación del jaguar en la región de Calakmul. CONABIO. Biodiversitas. 2005; 62: 1-7.

[CLEARINGHOUSE FOR ECOLOGY SOFTWARE. Transect software.](#) Acceso en abril 2014.

CRUZ-BLANCO VHR. Uso e importancia cultural de vertebrados terrestres, en el Area Natural Protegida "Otoch Ma'ax yetel Kooh", Yucatán, México. (Tesis de licenciatura). Mérida, Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán. 2014.

EK MPP. Caracterización del aprovechamiento de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*. Zimmermann, 1780) y temazate (*Mazama temama*. Erxleben, 1777) en tres comunidades de Tzucacab, Yucatán, México. (Tesis de licenciatura). Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán. 2011.

FORD A. Modeling the environment: An introduction to System Dynamics Models of the environmental systems. Washington D.C. Island Press. 1999: 182-203.

FUNDACIÓN MAKÚ. Tamaño de la población, etología y parasitología del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Parque Nacional Natural Chingaza: Fundación Makú, Corporación Autónoma de Cundinamarca (CAR), Bogotá. 2004: 10-17.

GARCÍA JM. Creación de Modelos en Ecología y Gestión de Recursos Naturales. Fundación politécnica de Catalunya, Universidad Politécnica de Catalunya. Memorias de curso. Terrasa, Catalunya. España. 2000: sin número.

GONZÁLEZ-MARÍN RM, Gallina S, Mandujano S, Weber M. Densidad y distribución de ungulados silvestres en la Reserva Ecológica El Edén, Quintana Roo, México. Acta Zool Mex. 2008; 24(1): 73-93.

HURTADO-GONZÁLES JL, Bodmer RE. Assessing the sustainability of brocket deer hunting in the Tamshiyacu-Tahuayo Communal Reserve, Northeastern Peru. Biol Cons. 2004; 116(1): 1-7.

MANDUJANO S., Gallina S. Comparison of deer censusing methods in tropical dry forest. Wildl Soc B. 1995; 23(2): 180-186.

[MANÍ ALCALDIA MUNICIPAL. Esquema de Ordenamiento Territorial 2000-2009. Documento técnico.](#) Publicado en 2000. Acceso en Febrero 2010.

MARTÍNEZ-POLANCO MF. La Biología de la Conservación aplicada a la Zooarqueología: La sostenibilidad de la cacería del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla, Cervidae), en Aguazuque. Antípoda. Rev Antropol Arqueol. 2011; (13):99-118.

MARTÍNEZ-POLANCO MF, Montenegro OL, Peña LGA. La sostenibilidad y el manejo de la caza del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) por cazadores-recolectores del periodo precerámico de la sabana de Bogotá, en el yacimiento arqueológico de Aguazuque (Colombia). 2015; Caldasia 37(1):1-14.

MESA-González E, López-Arévalo HF, Sánchez-Palomino P, Caro CI. Modelo de simulación de la dinámica de poblaciones silvestres de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* en el departamento de Casanare. En: El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación. López-Arévalo HF, Sánchez-Palomino P, Montenegro OL. Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 2014: 338-361.

NUÑEZ R, Miller B, Lindzey F. Food habits of jaguars and pumas in Jalisco. J. Zool., Lond. 2000; 252(3): 373-379.

ORTIZ-MARTÍNEZ T, Gallina S, Briones-Salas M, González G. Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*, Goldman y Kellog, 1940) en un bosque templado de la sierra norte de Oaxaca, México. Acta Zool. Mex. 2005; 21(3): 65-78.

OJASTI J. Utilización de la fauna silvestre en América Latina. Situación y perspectiva para un manejo sostenible. Guía FAO Conservación 25. Roma. 1993: 110-114.

PACHECO Y, León-Aristizábal G. Clasificación climática de la Orinoquía Colombiana a partir de los patrones de circulación atmosférica. Meteorol. Colomb. 2001; 4:117-120.

[PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. Plan de Manejo Parque Nacional Natural Los Nevados. Banco Mundial – Fondo GEF, Convenio UAESPNN – Instituto Humboldt, Parques Nacionales Naturales de Colombia. Medellín \(Antioquia\), Colombia.](#) Publicado en 2013. Acceso en enero de 2014.

QUIJANO-HERNÁNDEZ E, Calmé S. Patrones de cacería y conservación de la fauna silvestre en una comunidad maya de Quintana Roo, México. 2002; Etnobiología 2: 1-18.

ROBINSON JG, Redford KH. Cosecha sostenible de mamíferos forestales neotropicales. En: Robinson JG. y Redford KH. Uso y Conservación de la Vida Silvestre Neotropical. Primera Edición en español. Fondo de Cultura Económica. México D.F. 1997: 485-501.

VENTANA SYSTEMS Inc. Vensim PLE, Personal Learning Edition [programa de ordenador]. Versión 4. USA. 1988-1999.

Revisión de Literatura. Enero-Abril 2016; 6(1):43-55. Recibido: 15/01/2016. Aceptado: 12/02/2016.

Implications of the use of organochlorine in the environment, and public health

Repercusiones del uso de los organoclorados sobre el ambiente y salud pública

Zaragoza-Bastida Adrián¹, Valladares-Carranza Benjamín² , Ortega-Santana César², Zamora-Espinosa José², Velázquez-Ordoñez Valente², Aparicio-Burgos José³

¹Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. ²Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. México. ³Escuela superior de Apan. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. Benjamín Valladares Carranza. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. benvac2004@yahoo.com.mx

ABSTRACT

Organochlorine insecticides are synthetic chemical compounds of broad spectrum whose most prominent property is its high chemical stability, highly fat-soluble and water-insoluble. In these compounds are included those derived from ethanes, which dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) is the best known; cyclodienes include: chlordane, aldrin, dieldrin, heptachlor, endrin and toxaphene; and the series of Hexachlorocyclohexanes as lindane. Insecticides are marketed in several forms as sprays, powders and liquids. In contact with various media such as oxygen, ultraviolet light and small organisms suffer transformations that give rise to new substances that may be harmful. It is considered that these substances have a relatively acute toxicity, accumulate in the fatty tissue with adverse long-term effects on living things, including humans effects. The purpose of this study aims to highlight the importance and the impact it has had the overuse of organochlorine compounds such as DDT in the environment pollution, plant, and food of animal origin for human consumption, with the potential impact on public health.

Key words: organochlorine, environment, public health.

RESUMEN

Los insecticidas organoclorados son compuestos químicos sintéticos de amplio espectro cuya propiedad más destacada es su alta estabilidad química, muy solubles en grasas e insolubles en agua. En estos compuestos se incluyen a los derivados de los etanos, de los cuales el diclorodifeniltricloroetano (DDT) es el más conocido; ciclodienes que incluyen al: clordano, aldrin, dieldrin, heptaclor, endrin y toxafeno; y la serie de los hexaclorociclohexanos como el lindano. Los insecticidas son comercializados en varias presentaciones como aerosoles, polvos y líquidos. En contacto con diversos medios

como oxígeno, luz ultravioleta y organismos sufren pequeñas transformaciones que dan origen a nuevas sustancias, que pueden ser más nocivas. Se considera que estas sustancias tienen una toxicidad relativamente aguda, se acumulan en el tejido adiposo con efectos adversos a largo plazo sobre los seres vivos, incluyendo al ser humano.

El objetivo del presente trabajo pretende resaltar la importancia y el impacto que ha tenido el sobreuso de compuestos organoclorados, como el DDT en la contaminación ambiental, vegetal y de los alimentos de origen animal para consumo humano, con potencial impacto de afectación a la salud pública.

Palabras clave: Organoclorados, ambiente, salud pública.

INTRODUCCIÓN

Los insecticidas organoclorados (hidrocarburos clorados), son compuestos químicos sintéticos de amplio espectro, cuya propiedad más destacada es su alta estabilidad química, muy solubles en grasas e insolubles en agua. Han asumido una importancia considerable desde la llegada del diclorodifeniltricloroetano (DDT), todos ellos son preparados por un proceso de cloración de varios hidrocarburos, e incluyen a los derivados de los etanos; de los cuales el DDT es el más conocido; ciclodienos que incluyen al: clordano, aldrin, dieldrin, heptaclor, endrin y toxafeno; y la serie de los hexaclorociclohexanos como el lindano. La mayoría de estos compuestos son comercializados en varias presentaciones como aerosoles, polvos y líquidos (Brouwera *et al.*, 1995; Frank, 2000; Gyalpo *et al.*, 2012).

Aunque químicamente existen tres clases diferentes, éstos poseen características de comportamiento muy similares (solubilidad y poca volatilidad), lo cual es importante para su resistencia a la degradación química; es decir, sus moléculas no sufren grandes transformaciones hasta que quedan sólo elementos simples. Por el contrario en contacto con diversos medios (oxígeno, luz ultravioleta del sol y organismos vivos entre otros), sufren pequeñas transformaciones que dan origen a nuevas sustancias, no muy diferentes químicamente, que pueden ser incluso más nocivas (Albert y Reyes, 2000; Daley *et al.*, 2014).

A través de residuos presentes en los productos agrícolas, o como resultado del uso doméstico para eliminar insectos caseros; los insecticidas organoclorados pueden llegar al hombre, y en forma indirecta a través de la cadena alimenticia en los productos de origen animal con la leche y la carne; que en este último caso además de ingerir los residuos del insecticida propiamente dicho, se ingieren también todos los metabolitos que se hayan formado (Den Hond y Shoeters, 2006).

El HCB (hexaclorobenceno), se ha encontrado en alimentos de origen animal como carne, pescado y leche. El DDT (diclorodifeniltricloroetano), fue el primer compuesto

organoclorado que fue hallado con una alta acumulación biológica, el DDE (diclorodifenildicloroetileno), es el principal metabolito del DDT, y puede encontrarse tanto en vegetales como en la grasa animal. En general, se considera que estas sustancias tienen una toxicidad relativamente aguda, con excepción del endrin, que es uno de los plaguicidas con toxicidad aguda más elevada. Sin embargo, tienden a acumularse en el tejido adiposo, por lo que tienen efectos adversos a largo plazo sobre los seres vivos, incluyendo al ser humano (Ennaceur *et al.*, 2008; Frank, 2000; Gould, 1997; Hanaoka *et al.*, 2002; Karlaganis *et al.*, 2001).

Por lo que se pretende resaltar la importancia y el impacto que ha tenido el sobreuso de compuestos organoclorados, como el DDT en la contaminación ambiental, vegetal y de los alimentos de origen animal para consumo humano, con potencial impacto de afectación a la salud pública.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las sustancias sintéticas como las hormonas, antibióticos e insecticidas utilizados para aumentar la producción agropecuaria son de muy diversas clases. Es obvio que al utilizar estas sustancias no solo llegan a las plantas o a los animales para quienes se habrán empleado, sino que entran al ambiente y pasan a otras plantas o animales, o bien se desplazan hasta llegar a otros lugares. También de considerar a aquellas sustancias que permanecieron en el sitio inicial, como aquellas que se encuentren en otros lugares y puedan pasar a los alimentos producidos en algún punto específico, y que en forma determinante puede ser un riesgo potencial de intoxicación para los consumidores de los alimentos producidos. Además, otro problema observado es el doble uso de almacenes, sacos o camiones para guardar o transportar alimentos, y que antes servían para guardar plaguicidas, venenos o fertilizantes y en los cuales han quedado residuos de esas sustancias (Valladares *et al.*, 2016).

Las condiciones bajo las cuales se considera peligrosa a una sustancia sintética en el ambiente, son:

- 1). Cuando se produce o se usa en grandes cantidades.
- 2). Permanece en el ambiente sin destruirse después de que ha cumplido con el objetivo para el cual se aplicó.
- 3). Puede desplazarse a otros lugares.
- 4). Se transforma en el ambiente originando otras sustancias, y
- 5). Las sustancias y sus derivados tienen efecto tóxico.

Cuando una sustancia se produce en varios países y reúne dos o más de las condiciones anteriores, deben considerarse y revalorarse los beneficios y riesgos que puedan resultar de su uso, pues inevitablemente causará la contaminación química del aire, suelo

y agua; y podrá llegar a los alimentos sin que sea posible controlarla una vez que ha iniciado dicho proceso de contaminación (CAC, 1998; Fishereid, 1999; Rios y Solari, 2010).

Se debe considerar que en vista de que la contaminación química de los alimentos tiene causas muy adversas y es difícil de detectar, puede originar problemas en pequeñas o grandes proporciones. Estos problemas pueden tener consecuencias graves inmediatas, pero lo más común es que se observen solo después de un largo periodo de tiempo (Arias, 1990; Fishereid, 1999; Rios y Solari, 2010).

Los plaguicidas organoclorados son un caso especial de contaminantes, ya que son sustancias químicas que se dispersan en el ambiente; sin embargo, al trasladarse a sitios alejados del punto de aplicación, o persistir después de cumplir su función, se convierten en contaminantes. Estos compuestos tienen la capacidad de permanecer en un sustrato particular del ambiente, después de haber cumplido el objetivo por el cual se aplicó. Con base en su tiempo de vida media; es decir, el tiempo para que se degrade la mitad del compuesto aplicado, los plaguicidas pueden ser no persistentes, moderadamente persistentes, persistentes y permanentes. Los compuestos organoclorados se encuentran en la categoría de persistentes, ya que su promedio de degradación media ocurre en aproximadamente 5 años (De Faubert-Maunders y Egan, 1999; Kishida *et al.*, 2007).

La presencia de los plaguicidas en tejidos de diferentes organismos están relacionados directamente con la exposición de éstos a los compuestos, a través de las diferentes vías de entrada; en particular en la gastrointestinal, su absorción es lenta y aumenta en presencia de grasas y aceites (Chikini *et al.*, 2002; De Faubert-Maunders y Egan, 1999; Frank, 2000). Cuando los plaguicidas se encuentran en forma de niebla o aerosol, también pueden ser absorbidos por los pulmones (Zhang *et al.*, 2012).

Algunos factores nutricionales tienen influencia, y pueden ser determinantes en la toxicidad de los organoclorados; tal es el caso de la deficiencia proteica, ya que se ha observado que estos compuestos reducen la actividad de las enzimas microsomales, lo que repercute en la disminución de los procesos en las que participan y en su capacidad de detoxificación. El DDT y el dieldrin reducen los niveles de vitamina A en el hígado, además de que este efecto aumenta si hay deficiencia de metionina en la dieta (De Faubert-Maunders y Egan, 1999; Rietjens *et al.*, 1999).

Mucha gente ha estado expuesta al DDT y a sus productos de degradación, a través del consumo de alimentos y bebidas que pueden estar contaminados con pequeñas cantidades de DDT. El uso del DDT se prohibió en Estados Unidos en el año 1972; sin

embargo, debido a sus características químicas, ha permanecido en el ambiente; y bajos niveles de DDT pueden estar presentes en los alimentos (frutas, verduras, carne, pescado y leche), por muchos años. Muchos países aún usan el DDT, por lo tanto los alimentos que producen pueden contener este compuesto (Hanaoka *et al.*, 2002).

Las partículas grasas desempeñan un papel muy importante para la toxicidad, ya que su deficiencia en los alimentos conduce a la movilización de los compuestos organoclorados acumulados en los depósitos de materia adiposa, provocando concentraciones sanguíneas potencialmente tóxicas para el sistema nervioso central (De Faubert-Maunder y Egan, 1999; Salem y Ahmad, 2009; Ulrika *et al.*, 1999).

También los plaguicidas organoclorados aumentan el metabolismo de las hormonas de estructura similar a la de la vitamina D, y se ha demostrado que podrían acelerar el metabolismo de esta vitamina, y afectar la absorción de calcio en el tracto gastrointestinal; lo cual tiene gran importancia para los neonatos, ya que la vitamina D y el calcio favorecen la formación de la estructura ósea (Rietjens *et al.*, 1999; Yang *et al.*, 2000). La particularidad química de los clorados permite explicar su fisiopatología en el hombre, por su afinidad a las grasas, ejerciendo su acción sobre el sistema nervioso central principalmente y depositándose en tejido graso, donde permanece por tiempo prolongado (Duggan, 1998; Frank, 2000).

El DDT es insoluble en agua, se disuelve en aceites y grasas, su volatilidad es muy baja; por lo que su riesgo de toxicidad por vapores es casi nulo. Las intoxicaciones por vía inhalatoria pueden ocasionarse por aerosoles (De Faubert-Maunder y Egan, 1999; Rietjens *et al.*, 1999). El daño que puede causar el DDT no se limita a su presencia en el ambiente, sino que éste puede acumularse en diferentes cuerpos de agua, lo cual repercute de manera drástica en organismos acuáticos como la trucha y el salmón. Se ha reportado que existen en el plancton residuos de este compuesto y sus derivados de alrededor de 0.04 ppm.

Algunas investigaciones en los Estados Unidos, han considerado que los niveles de DDT detectados en muestras tomadas en lagos y lagunas, se han ido incrementando con el transcurso del tiempo (Frank, 2000; Fry, 1995; Hong *et al.*, 2008).

La característica de solubilidad de los organoclorados como el DDT, permite su acumulación en los organismos animales, repercutiendo en productos y subproductos finales para el consumo humano, como: leche, carne, huevo, peces y mariscos (Duggan, 1998; Kaushik *et al.*, 2009). La gran persistencia de los residuos de DDT ocasiona que no solo pasen a formar parte de algunos organismos (especies domésticas para abasto), a través de alimentos contaminados; sino que finalmente pueden llegar a acumularse en el tejido adiposo del ser humano. Además se han observado algunos casos en que estos tóxicos inducen a la formación de tumores cancerígenos en algunas especies (Frank, 2000; Ennaceur *et al.*, 2008).

De acuerdo a las características y capacidad de los plaguicidas, de encontrarse y desplazarse en los ecosistemas, se puede considerar que el aire constituye una ruta importante para el transporte y distribución de los compuestos organoclorados a sitios muy diversos y distantes de aquel donde se aplicaron originalmente (Bulut *et al.*, 2010; Fry, 1995). En Suecia, desde principios de los años 70's se pusieron en marcha programas para detectar la presencia de PCBs (bifenilos policlorados) y DDT en tejido adiposo de ganado bovino y porcino; al mismo tiempo, el uso y producción de compuestos clorados fueron restringidos. Actualmente algunos estudios indican que han declinado los niveles de estos compuestos en el ambiente, pero aún persisten en la atmósfera, reconociendo que alimentos de origen animal contienen niveles mesurables de estos compuestos (Wicklund *et al.*, 2000).

Los residuos de plaguicidas organoclorados pueden encontrarse en el aire en forma de aerosol y vapor, o bien asociado con moléculas sólidas; una vez en el aire, estos residuos están sujetos a transformaciones químicas y fotoquímicas, debido a la presencia de agentes oxidantes y catalíticos, a la luz solar y otros reactantes. Los productos de transformación de estos plaguicidas se suman así al elevado número de sustancias contaminantes del aire (Agudo, 2009; Daley *et al.*, 2014; Duggan, 1998). Los principales factores que influyen en el comportamiento y destino de los plaguicidas organoclorados en el suelo son: los dependientes del suelo, tipo de suelo, humedad, pH, temperatura y capacidad de absorción.

Muchos plaguicidas organoclorados o sus productos de transformación presentes en el aire o suelo, se transportan a los ecosistemas acuáticos. En el agua los pesticidas pueden ser degradados, permanecer sin cambios, regresar a la atmósfera o bioconcentrarse en los organismos de dicho ecosistemas (Aksoy *et al.*, 2013; Albert y Reyes, 2000; Duggan, 1998).

Los compuestos organoclorados se depositan en el ambiente mediante la emisión y la inadecuada seguridad en el manejo de contaminantes, derivados de procesos de combustión en la producción química y metalúrgica. En países subdesarrollados, el uso del DDT, se destinó para el control de enfermedades como el dengue y la malaria; ahora disturbios endócrinos y reproductivos, tanto en humanos como en animales se relacionan con la identificación de estos compuestos en los alimentos (Egan, 1999; Gyalpo *et al.*, 2012; Hanaoka *et al.*, 2002).

La acumulación de compuestos organoclorados en estratos de la tierra se debe a la absorción de éstos mediante el aire, y son sujetos a procesos de degradación, disolución y evaporación. La contaminación de la atmósfera por sustancias organoclorados, se debe en parte a su producción para el control de plagas; se ha corroborado que en el sitio o

lugar de su producción persisten por muchos años. Durante los 80s, el HCH y el DDT se usaban a gran escala para la protección forestal y el control de plagas; sin embargo actualmente se encuentran residuos de éstos en la superficie orgánica de la tierra (Aksoy *et al.*, 2013; Gill *et al.*, 2009; Kaushik *et al.*, 2009; Wenzel *et al.*, 2002).

Varios estudios concuerdan en que con el uso excesivo del DDT, se han tenido consecuencias adversas en las poblaciones de aves (Daley *et al.*, 2014), tanto silvestres como domésticas, denotando alteraciones en los cascarones de sus huevos, en los que se ha observado adelgazamiento del cascarón, o la simple presencia de membrana; además de alteraciones en la formación del embrión (Furusawa y Morita, 2000; Muntean *et al.*, 2003).

Los compuestos organoclorados pueden resistir la biodegradación, se acumulan en el ambiente llegando a ser contaminantes orgánicos persistentes. El PCB y pesticidas clorados se han detectado en tejidos de animales y humanos alrededor del mundo; su capacidad de almacenarse en tejido adiposo los hace permanecer en la cadena alimenticia, manteniendo altas concentraciones en las especies predadoras; sin embargo estudios realizados en Canadá y en Estados Unidos, han identificado un decremento de PCB y DDT en las últimas décadas, desde mediados de los 70s, en tejidos de peces de agua dulce y en huevos de gaviota (Kaushik *et al.*, 2009; Okoumasson *et al.*, 2002).

En Alemania y Suecia, la exposición ambiental de PCB ha descendido en los últimos 15 años, y en consecuencia también los residuos encontrados de estos compuestos en leche materna. Aproximadamente desde hace 30 años hay restricciones y regulaciones que han ayudado a disminuir drásticamente los niveles de contaminantes organoclorados en el ambiente, y a su vez la contaminación de alimentos habría de disminuir (Dallaire *et al.*, 2004).

Los plaguicidas organoclorados también afectan a los peces y ponen en peligro su supervivencia; los factores que intervienen en la efectividad del plaguicida para la vida acuática son: grado de salinidad del sistema acuático, temperatura, tamaño y movimiento del agua del mismo sistema. Otros de los factores son las características químicas y toxicológicas del plaguicida, así como de las concentraciones presentes en el medio. Estos productos no solo causan la muerte de los peces, sino que además tienen otros efectos que provocan una disminución de su población, como la bioconcentración en órganos específicos (sobre todo en hígado, riñones y sistema nervioso central); e inhiben la tasa de crecimiento y alteran la gametogénesis, y en general se puede considerar que son más afectados los organismos adultos que los jóvenes (Duggan, 1998; Hong *et al.*, 2008).

Los mamíferos jóvenes ingieren residuos de plaguicidas básicamente a través de la leche materna, por el alto contenido de lípidos en la glándula mamaria, donde los plaguicidas tienden a bioconcentrarse y posteriormente excretarse a través del producto lácteo (Delisle y Azandjeme, 2014; Duggan, 1998; Chikini *et al.*, 2002).

Cuando se aplican plaguicidas organoclorados a los cultivos, se espera que sean tóxicos para las plagas y no para las plantas sujetas a tratamiento; sin embargo muchos de estos productos dan lugar a efectos perceptibles en la fisiología de las plantas. Se afecta la germinación de semillas, el desarrollo vegetativo, la reproducción sexual, la maduración, el comportamiento antes y después de la cosecha, así como el valor alimenticio y la calidad comercial del producto (Arias, 1999; Karlaganis *et al.*, 2001; Kishida *et al.*, 2007).

Se considera que cuando un alimento se encuentra contaminado, éste debe contener cantidades superiores a un límite preestablecido por autoridades sanitarias, tratándose del caso de microorganismos o sustancias químicas como: hormonas, antibióticos, plaguicidas y toxinas; o bien con la presencia de cuerpos extraños. Cuando un alimento contiene microorganismos causantes de alguna enfermedad, existe contaminación microbiológica. En todos los otros casos se habla de contaminación química de los alimentos, que se da de manera directa e indirecta, en cualquiera de sus etapas de manejo, el cual incluye: la producción, transporte, almacenamiento, procesamiento y aún el cocinado (Valladares *et al.*, 2016).

Dentro de las causas más importantes de la contaminación química de los alimentos de carácter accidental están: el uso de sustancias sintéticas para aumentar la producción agropecuaria, uso de sustancias sintéticas en transportes y graneros para aumentar el tiempo de almacenamiento de los alimentos, las condiciones inadecuadas de almacenamiento y transporte, las fugas y derrames durante el procesamiento industrial y la contaminación del ambiente (aire, suelo y agua) por residuos de origen industrial o agrícola (Valladares *et al.*, 2016; Svensson *et al.*, 1999).

Se considera que existe otra clase de contaminación química de los alimentos, reconocida como “intencional”. Ésta se debe al uso de aditivos como colorantes, conservadores o estabilizadores; estas sustancias se agregan intencionalmente a los alimentos durante el proceso de industrialización para mejorar algunas de sus cualidades como el color, sabor, duración o la estabilidad. Algunos otros autores no la consideran como una contaminación; sin embargo se debe recordar que el uso de los aditivos no siempre está justificado (Valladares *et al.*, 2015).

Los compuestos organoclorados como el DDT son contaminantes del agua, aire y suelo; que son los nichos que en su mayoría dan alojamiento a los seres vivos, dentro de los cuales

existen relaciones muy importantes a nivel de la cadena alimenticia, por lo que es destacable valorar y evidenciar los efectos adversos de éstos. Cuando los plaguicidas persistentes como los organoclorados, entran a las cadenas alimenticias se distribuyen a través de ellas, se bioconcentran en cada nicho ecológico y se bioacumulan sucesivamente hasta que alcanzan una concentración letal para algún organismo constituyente de la cadena, o bien hasta que llegan a niveles superiores en la red trófica (Aksoy *et al.*, 2013).

Además de que entre los efectos potenciales de estos compuestos se encuentra su acumulación en la grasa presente en la leche de los mamíferos, incluida la humana (De Faubert-Maunder *et al.*, 1964; Salem *et al.*, 2009). Los estudios de exposición prolongada a cantidades moderadas de DDT en animales (20-50 mg por kilogramo de peso al día), han demostrado que puede afectar el funcionamiento hepático; también la exposición breve al DDT y a sus metabolitos en los alimentos, puede afectar adversamente la reproducción. Más aún, se sabe que ciertos productos de degradación del DDT pueden causar efectos perjudiciales sobre la glándula adrenal, la cual está situada cerca del riñón, y su acción principal en el organismo es la producción de hormonas (sustancias importantes liberadas a la corriente sanguínea para regular la función de otros órganos). Además, estudios en animales han demostrado que la exposición oral al DDT puede producir cáncer hepático (Swan *et al.*, 2004; Yang *et al.*, 2000).

Como alteraciones de estos compuestos en los animales, se han evidenciado daños en el desarrollo del sistema nervioso, exhibiendo efectos neuronales, disfunción de neurotransmisores y daños en el sistema endócrino, como en tiroides y alteración de hormonas sexuales (Den Hond y Shoeters, 2006; Vreugdenbil *et al.*, 2004).

En cuanto a los efectos perinatales, se sabe que los plaguicidas organoclorados atraviesan la barrera placentaria. Además se ha demostrado que la mortalidad aumenta en los animales neonatos de experimentación, cuando sus madres estuvieron expuestas a dosis elevadas de plaguicidas (Gyalpo *et al.*, 2012; Lackmann, 2005). La toxicidad crónica de estos compuestos es elevada, sobre todo para el sistema nervioso central, en el cual desencadena una variedad de síntomas, entre los cuales se pueden mencionar alteraciones neuromusculares y de conducta. También ocasionan alteraciones degenerativas en el hígado y los riñones, así como edema cerebral. Se considera que algunos de estos tóxicos pueden ser teratogénicos y mutagénicos (Ennaceur *et al.*, 2008; Frank, 2000; Tanner y Ben-Shlomo, 1999).

CONCLUSIÓN

Los insecticidas organoclorados son compuestos químicos sintéticos con alta estabilidad química en diferentes estratos y alta solubilidad en grasas; en su producción y utilización para abatir plagas han presentado residualidad y persistencia en el ambiente, provocando efectos nocivos para los organismos. El reporte de trastornos y patologías en el humano, organismos acuáticos y terrestres implica su monitoreo continuo en el ambiente, así como en diferentes productos (carne, huevo, leche y pescado); con la finalidad de disminuir el grado de exposición y contaminación en beneficio de la salud pública.

LITERATURA CITADA

- AGUDO A. Serum levels of organochlorine pesticides in healthy adults from five regions of Spain. *J. Chemosphere*. 2009; 76: 1518-1524.
- AKSOY A, Dervisoglu M, Guvenec D, Gul O, Yazici F, Atmaca E. Levels of organochlorine pesticide residues in butter samples collected from the Black Sea Region of Turkey. *Bull Environ Contam Toxicol*. 2013; 90:110-115.
- ALBERT L, Reyes R. Plaguicidas organoclorados. *Rev Soc Quim Mex*. 2000; 22: 65-72.
- ARIAS J. Plaguicidas organoclorados. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. 1999; Metepec, México.
- BROUWERA A, Ahlborgh UG, Van den Berg M, Birnbaum LS, Ruud BE, Bosveld B, Denison MS, Earl GL, Hagmarg L, Holeneh E, Huisman M, Jacobsoni SW, Jacobsoni JL, Koopman-Esseboom C, Koppeke JG, Kulig BM, Morsea DS, Mucklem G, Peterson RE, Sauer PJJ, Seegal RF, Smits-Van PAE, Touwen BCL, Weisglas-Kuperus N, Winneker G. Functional aspects of developmental toxicity of polyhalogenated aromatic hydrocarbons in experimental animals and human infants. *Eur J Pharmacol Environ Toxicol Pharmacol*. 1995; 293(1):1-40.
- BULUT S, Akkaya L, Gok V, Konuk M. Organochlorine pesticide residues in butter and kaymak in Afyonkarahisar, Turkey. *J Anim Vet Adv*. 2010; 9 (22):2797-2801.
- CAC (Codex Alimentarius Commission). Recommended international tolerances for pesticide residues. 1998. 3a ed. Series CAC/RS FAO/WHO. Roma.
- CHIKINI O, Nhachi CFB, Polder A, Bergan S, Nafstad I, Skaare JU. Effects of DDT on paracetamol half-life in highly exposed mothers in Zimbabwe. *Toxicol Letters*. 2002; 134:147-153.
- DALEY JM, Paterson G y Drouillard KG. Bioamplification as a bioaccumulation mechanism for persistent organic pollutants (POPs) in Wildlife. *Rev Environ Contam Toxicol*. 2014; 227:107-154.
- DALLAIRE F, Dewailly E, Muckle G, Ayotte P. Time trends of persistent organic pollutants and heavy metals in umbilical cord blood of Inuit infants born in Nunavik (Quebec, Canada) between 1994 and 2001. *Environ Health Persp*. 2004; 111:1660-1664.

- DE FAUBERT-MAUNDER MJ, Egan H, Godly EW, Hammond EW, Roburn J, Thomson J. Clean-up of animal fast and dairy products for the analysis of chlorinated pesticide residues. *Analyst*. 1964; 89:168-174.
- DELISLE H, Azandjeme C. High serum organochlorine pesticide concentrations in diabetics of a cotton producing área of the Benin Republic (West Africa). *J Environment International*. 2014; 69:1-8.
- DEN HOND E y Schoeters G. Endocrine disrupters and human puberty. *Intern J Andrology*. 2006; 29: 264-271.
- DUGGAN RE. Chlorinated pesticide residues in fluid milk and other dairy products in the United States. *Pest Mon J*. 1998; 3:2-8.
- EGAN H. Persistent organochlorine. *J Sci Food Agric*. 1999; 17: 563-569.
- ENNACEUR S, Ridha D, Marcos R. Genotoxicity of the organochlorine pesticides 1,1-dichloro-2,2- bis(p-chlorophenyl)ethylene (DDE) and hexachlorobenzene (HCB) in cultured human lymphocytes. *Chemosphere*, 2008; 71(7):1335-1339.
- FISHEREID RJ. Arsenic and DDT contaminated cattle tick dip sites: management and remediation. *Nature*. 1999; 21: 89-91.
- FRANK R. Organochlorine insecticides. *Rev Soc Quim Mex*. 2000; 12:77-79.
- FRY MD. Reproductive effects in birds exposed to pesticides and industrial chemicals. *Environ. Health Pers*. 1995; 103:165-171.
- FURUSAWA N, Morita Y. Polluting profiles of dieldrin and DDT's in laying hens of Osaka, Japan. *J Vet Med B*. 2000; 47:511-515.
- GILL J, Sharma J, Aulak R. Studies on organochlorine pesticide residues in butter in Punjab. *Toxicol Int*. 2009; 16(2): 133-136.
- GOULD F. Organic Pesticides. ACS Publications, 60. Washington, D.C. U.S.A .1997.
- GYALPO T, Fritsche L, Bouwman H, Bornman R, Scheringer M, Hungerbühler K. Estimation of human body concentrations of DDT from indoor residual spraying for malaria control. *Environ Pollut*. 2012; 169:235-241.
- HANAOKA T, Takahashi Y, Kobayashi M, Ssaki S, Usuda M. Residuals of beta-hexachlorocyclohexane, dichlorodiphenyltrichloroethane, and hexachlorobenzene in serum, and relations with consumption of dietary components in rural residents in Japan. *Sci Total Environment*. 2002; 286: 119-127.
- HONG SH, Kim UH, Shim WJ, Oh JR, Viet PH, Park PS. Persistent organochlorine residues in estuarine and marine sediments from Ha Long Bay, Hai Phong Bay, and Ba Lat Estuary, Vietnam. *Chemosphere*, 2008; 72:1193-1202.
- KARLAGANIS G, Marioni R, Sieber I, Weber A. The elaboration of the "Stockholm convention" on persistent organic pollutants (POPs): a negotiation process fraught with obstacles and opportunities. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2001; 8: 216-221.
- KAUSHIK G, Satya S, Naik S. Food processing a tool to pesticide residue dissipation- A review. *Food Res Int*. 2009; 42:26-40.

KISHIDA M, Imamura K, Maeda Y, Lan TTN, Thao NTP, Viet PH. Distribution of persistent organic pollutants and polycyclic aromatic hydrocarbons in sediment samples from Vietnam. *J Health Sci.* 2007; 53:291-301.

LACKMANN GM. Neonatal serum p,p'-DDE concentrations in Germany: chronological changes during the past 20 years and proposed tolerance level. *Pediatric and Perin Epidemiol.* 2005; 19: 31-35.

MUNTEAN N, Jermini M, Small I, Falzon D, Furst P, Migliorati G, Scortichini G, Forti AF. Assessment of dietary exposure to some persistent organic pollutants in the republic of Karakalpakstan of Uzbekistan. *Environ Health Persp.* 2003; 111: 1306-1311.

OKOUMASSOUN LE, Averill BD, Gagne F, Marion M, Denizeau F. Assessing the estrogenic potential of organochlorine pesticides in primary cultures of male rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*) hepatocytes using vitellogenin as a biomarker. *Toxicol.* 2002; 178: 193-207.

RIETJENS MCI, Steensma A, Den Besten C, Van Tintelen G, Haas J, Van Ommen B, Van Bladeren JP. Comparative biotransformation of hexachlorobenzene and hexafluorobenzene in relation to the induction of porphyria. *Eur J Pharmacol Environ Toxicol Pharmacol.* 1999; 293: 293-299.

RÍOS JC, Solari S. Biomonitorización de plaguicidas: ¿Una necesidad del país? *Rev Med Chile,* 2010; 138:515-518.

SALEM N, Ahmad R, Estaitieh H. Organochlorine pesticide residues in dairy products in Jordan. *Chemosph* 2009; 77: 673-678.

SVENSSON BG, Hallberg T, Nilsson A, Schutz A, Hagmar L. Subjects with high consumption of fish contaminated with persistent organochloride compounds. *Inter. Arch. Occupational & Environ. Health.* 1999; 65: 351-358.

SWAN HS, Kruse LR, Liu F, Barr BD, Drobnis ZE, Rebmon BJ. Semen quality in relation to biomarkers of pesticide exposure. *Environ Health Persp.* 2004; 111:1478-1484. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1241650/>

TANNER CM, Ben-Shlomo Y. Epidemiology of Parkinson`s disease. *Adv Neurol.* 1999; 80:153-159.

ULRIKA J, Anders F, Per E. Bioallethrin causes permanent changes in behavioural and muscarinic acetylcholine receptor variables in adult mice exposed neonatally to DDT. *Eur. J Pharmacol Environ Toxicol Pharmacol.*1995; 293:159-166.

VALLADARES CB, Velázquez OV, Alonso FMU, Ortega SC, Zamora EJL, Fuentes RE, Peña BSD. Antibióticos como contaminantes en la leche. En: Producción y calidad de la leche. Universidad Autónoma de Sinaloa-Juan Pablos Editor S.A. de C.V. México, D.F. 2015: 413-428. ISBN: 978-607-737-094-9 (UAS). ISBN: 978-607-711-310-2 (JPE).

VALLADARES CB, Velázquez OV, Ortega SC, Zamora EJL, Peña BSD. Sistemas de producción: Bovinos para abasto. Aspectos e importancia para la calidad e inocuidad de la carne. En: La crisis alimentaria y la salud en México. Castellanos Editores S.A. de C.V. México, D.F. 2016:119-139. ISBN: 968-5573-42-3.

VREUGDENBIL JH, Lanting IC, Mulder GHP, Boersma R, Weisglas-Kuperus N. Effects of prenatal PCB and dioxin background exposure on cognitive and motor abilities in Dutch children at school age. *J. Pediatrics*. 2004; 140:48-54.

WENZEL KD, Manz M, Hubert A, Schuurmann G. Fate of POPs (DDX, HCHs, PCBs) in upper soil layers of pine forests. *Sci T Environment*. 2002; 286:143-154.

WICKLUND GA, Wernroth L, Aturna S, Linder AE, Aune M, Nilsson I, Darnerud PO. PBC and chlorinated pesticide concentrations in swine and bovine adipose tissue in Sweden 1991-1997: spatial and temporal trends. *Sci Total Environment*. 2000; 246:195-206.

YANG MC, McLean AJ, Rivory LP, Le Couteur DG. Hepatic disposition of neurotoxins and pesticides. *Pharmacol Toxicol*. 2000; 87:286-291.

ZHANG K, Wei YL, Zeng EY. A review of environmental and human exposure to persistent organic pollutants in the Pearl River Delta, South China. *Sc Tot Environ*. 2012; 1:463-464.

ABANICO LLANTERO

ENRIQUE ESTRADA OROZCO, RFC EAOE970326JI2

DISTRIBUIDOR LLANTERO NACIONAL

abanicollantero@gmail.com

abanicollantero.com

PARA TRACTOR, CAMION, CAMIONETA, SUVs, AUTO Y MOTO.

TODAS LAS MARCAS AL MEJOR PRECIO.

REFACCIONES Y ACCESORIOS PARA MOTO.

HERRAMIENTAS TRUPER

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

Cuenta con llantas para vehículos de carga pesada (trailer, camiones, autobuses), carga liviana (camioneta doble rodado y estaquitas), pickup, SUVs, autos y motocicletas.

Las llantas las puedes recibir en tu domicilio con un mínimo costo o en bodega en las principales ciudades de México (consulta la página web).



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

Libramiento 2180 entre Perú y Brasil. Tepic, Nayarit, México.

Contacto: Tel: 311-160-50-20 Celular: 311-139-93-61.

Horario: Lunes a Sábado de 9 a 2 y de 3 a 7.

