

ABANICO VET 3(2) MAYO-AGOSTO 2013

ISSN 2448-6132



ABANICO
VETERINARIO®



Indizada en
IMBIOMED, REVIVEC y LATINDEX

ESPACIO PARA PUBLICIDAD

ABANICO VETERINARIO

Abanico Veterinario, es una revista impresa y electrónica, arbitrada e indizada que difunde información científica y tecnológica de las ciencias de los animales; cuenta para formato impreso título de reserva de derechos No. 04-2011-022411005900-102 y ISSN 2007-428X, y para el formato electrónico cuenta con título de reserva de derechos No. 04-2012-101111332000-203, E-ISSN 2007-4204 y página www.sisupe.org/abanicoveterinario. El primer número fue publicado en Mayo de 2011. Su objetivo es publicar artículos de investigaciones, desarrollos tecnológicos, casos clínicos, políticas de educación y revisiones de literatura realizados en México y de cualquier parte del mundo, todos relacionados con las ciencias médicas veterinarias y ciencias de producción animal, incluyendo animales acuáticos. La revista publica artículos en español e inglés, es cuatrimestral y se publica los meses de enero-abril (No.1), mayo-agosto (No.2) y septiembre-diciembre (No.3). Es editada por Sistemas Superiores Pecuarios SPR de RL. El título abreviado es **Abanico Vet.**, que debe ser usado en las citas de literatura. Se imprime un tiraje de 1000 ejemplares, en Tezontle 171 Pedregal de San Juan, Tepic Nayarit México C.P. 63164 Teléfono 01 311 1221626.

© Copyright
Todos los derechos de
ABANICO VETERINARIO® a nombre de:
Sergio Martínez González y
Bladimir Peña Parra.

CINTILLO LEGAL

Abanico Veterinario, Volumen 3, No. 2, Mayo-Agosto 2013, 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. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2011-022411005900-102 y el ISSN 2007-428X, ambos gestionados en el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, MC Bladimir Peña Parra, Calle Abasolo 86, Col. Centro, Compostela, Nayarit, México, C.P. 63700, fecha de la última modificación, 30 de Mayo de 2013.

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 General.

FOTOGRAFÍA DE PORTADA

CREEP-FEEDING EN CORDEROS SOBRE PASTIZAL NATIVO

Fotografía enviada por Gianni Bianchi Olascoaga. Facultad de Agronomía. Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. Universidad de la República de Uruguay. Ruta 3, Km 363,500. Paysandú. 60000. Uruguay. mlamarca@fagro.edu.uy

COMITÉ EDITORIAL

Dirección General

Sergio Martínez González

Subdirección de Producción

Bladimir Peña Parra

Subdirección de Arbitraje

Sergio Martínez González

Subdirección de Mercadotecnia

Pavel Valdez Balbuena

Subdirección Financiera

Fabiola Orozco Ramírez

COMITÉ DE ARBITRAJE

ADELA BIDOT FERNÁNDEZ

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

ALBERTO TAYLOR PRECIADO

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. México.

ÁNGEL CARMELO SIERRA VÁSQUEZ

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

ESAU 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.

FERNANDO FORCADA MIRANDA

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Zaragoza. España.

FIDEL AVILA RAMOS

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

GIANNI BIANCHI OLASCOAGA

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

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.

OSCAR AGUSTÍN VILLARREAL ESPINO-BARROS

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

OMAR FRANCISCO PRADO REBOLLEDO

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

RAFAEL MARTÍNEZ GARCÍA

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

ULISES MACÍAS CRUZ

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

Interesados en formar parte del Cuerpo de Arbitraje enviar solicitud por escrito en formato libre a abanicoveterinario@gmail.com. Anexar Curriculum Vitae. Es requisito contar con Doctorado y buena Producción Científica.

CONTENIDO/ CONTENT

Editorial 7

Indicaciones para los autores 8

Editorial Policy 9

Adquisición de Abanico Veterinario 11

Journal Abanico Veterinario acquisition 11

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

Composición química y fermentación ruminal de la dieta por bovinos en pastoreo en un pastizal nativo del oriente de durango 12

Chemical composition and ruminal fermentation of diet by grazing cattle in native rangelands of east durango

Murillo-Ortiz Manuel, Reyes-Estrada Osvaldo, Herrera-Torres Esperanza, Villarreal-Rodríguez Guadalupe

Creep-feeding en corderos sobre pastizal nativo: efecto del tamaño de camada y del biotipo materno 22

Creep-feeding on native grasses in lambs: effect of litter size and maternal biotype

Lamarca-Bianchessi Martín, Garibotto-Carton Gustavo, Bianchi-Olascoaga Gianni, Bentancur-Murgiondo Oscar

Influencia de factores ambientales en el comportamiento productivo en fase predestete de corderos rambouillet 31

Influence of environmental factors on productive preweaning performance of rambouillet lambs

González-Anaya Alejandro, Ochoa-Cordero Manuel A, Torres-Hernández Glafiro, Díaz-Gómez Marta O, González-Camacho Juan M

El cerdo joven como bioindicador de concentraciones bajas de genotóxicos mediante eritrocitos micronucleados 39

The young pig as biomarker of low concentrations of genotoxic using micronuclei erythrocytes

Cedano Díaz Antonio, Martínez-González Sergio, Torres-Bugarín Olivia, Trujillo-Hernández Benjamín, Zúñiga-González Guillermo, Peña-Parra Bladimir.

REVISIÓN DE LITERATURA

Consideraciones importantes para la estimación de la composición corporal de becerros de engorda 48

Important considerations for estimating body composition of feedlot calves

Loya-Olguín J Lenin, Zinn Richard A, Aguirre-Ortega Jorge, Gómez-Danés Alejandro A, Ramírez-Ramírez J Carmen, Loya-Olguín Francisco, Ulloa-Castañeda R Ricardo

EDITORIAL

La revista ABANICO VETERINARIO en Abril de este año participo en el 2^{do} Congreso Internacional de la AMERBAC (Asociación Mexicana de Editores de Revistas Biomédicas A.C.) donde actualmente ya somos socios. En este evento se obtuvo relación con personal de los Index: SCIELO, EBSCO, REDALYC, PERIODICA, LILACS, ELSEVIER y con la WAME (World Association of Medical Editors).

Hasta el Volumen 3 (1) se han publicado 31 artículos, y a partir de este número todos los artículos tendrán su identificación que aparecerá en la parte inferior de la primera página del artículo, siendo para el primero de este Vol 3(2) **abanicoveterinario3(2):12-21/0000032**.

Agradecemos 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.

<http://www.sisupe.org/abanicoveterinario>

<http://www.imbiomed.com>

La invitación continúa abierta a estudiantes, profesores, investigadores y profesionistas de la empresa privada o gubernamentales a esta revista, para que siga como un medio de difusión en la publicación de sus artículos; así mismo se les invita a seguir leyendo esta interesante revista de gran interés. De nuevo muchas gracias.

Dr Sergio Martínez González
Director General

INDICACIONES PARA LOS AUTORES

Se reciben y publican trabajos con las siguientes características:

1.- Originalidad: los autores enviarán una carta firmada en formato libre mencionando que no ha sido publicado en otra revista ni está en proceso de publicación, así también que autorizan la publicación.

2.- Idioma: en inglés y en español.

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

4.- Área de Conocimiento: ciencias médicas veterinarias, ciencias de producción animal incluyendo animales acuáticos.

5.- Extensión: 5 a 10 páginas.

6.- Los artículos de investigación deben llevar título, resumen y palabras clave en español e inglés; autores con nombre completo y al final de este indicar con superíndice la sede de trabajo; insertar nota al pie al inicio del nombre del autor corresponsal con nombre completo, sede de trabajo, dirección postal y correo electrónico, con Arial 10. Enseguida introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusión, literatura citada y agradecimientos.

7.- Las revisiones de literatura, casos clínicos, desarrollos tecnológicos y políticas de educación. Deben llevar título, resumen y palabras clave en español e inglés; autores con nombre completo y al final de este indicar con superíndice la sede de trabajo; insertar nota al pie al inicio del nombre del autor corresponsal con nombre completo, sede del 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 2007. 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 mayúscula y negritas. Con diseño de página márgenes 2.5 por lado, tamaño carta y orientación vertical.

9.- El archivo deberá ser enviado al Dr. Sergio Martínez González por correo electrónico a abanicoveterinario@gmail.com.

10.- Escribir las referencias por orden alfabético con mayúscula la primera palabra y con la información necesaria para encontrarla. En el texto de la forma apellido o institución coma año y entre paréntesis. 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.

b) QUIROZ RH. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos, editorial LIMUSA, México, DF. 2000:177-195.

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.

d) BAUTISTA VM. Comportamiento de los niveles de lactato sanguíneo en presencia de pirofosfato de tiamina en personas sedentarias sujeta a una actividad física moderada (Tesis de Maestría). Colima, Col; México: Univ de Colima. 2002.

e) OVIEDO FG, Hernández VC. Evaluación económica del rebaño ovino bajo un sistema de pradera irrigada. Memorias VII Curso Bases de la Cría Ovina; Asociación Mexicana de Técnicos y Especialistas en Ovinos. Toluca, México. Agosto 22-25 de 2002:348-352.

f) VARONA L. Genética molecular y calidad de carne. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/>

Publicado en 2008. Acceso en Diciembre 2012.

g) SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Diagnóstico en la ganadería en Nayarit. Estudio Informativo. Tepic, Nayarit; México. 2005: 45-49.

11.- Tablas y figuras tendrán que estar incluidas en formato Word, en blanco y negro, sin salirse de los márgenes, con títulos en Arial 10 y negrita y en el interior Arial 8. **El encabezado de las figuras se coloca en la parte inferior de la misma.**

EDITORIAL POLICY

The journal welcomes research articles with the following characteristics:

1.- Original research: authors should submit a letter signed that report research previously unpublished articles, well as authorizing the publication.

2.- Language: English and Spanish.

3.- Type of papers: articles of research, technological development, education policy, case reports, literature reviews.

4.- Area of expertise: veterinary medical sciences, animal production sciences including aquatic animal.

5.- Extent: 5 to 10 pages

6.- The research articles should have the title, abstract and key words in Spanish and English. Authors' full name and at the end of this, superscript indicate the place of work, at the beginning of the corresponding author's name add a footnote with the institution's name, company or workplace, postal address and e-mail. Articles must be type with Arial 10 format. The text order should follow the next sequence: introduction, materials and methods, results and discussion, conclusion, list of references and acknowledgments.

7.- The literature reviews, case reports, technological development and education policy. Should include title, abstract, key words written in English and Spanish, authors' full name and at the end of this superscript indicate the place of work, at the beginning of the corresponding author's name add a footnote with the institution's name, company or workplace, postal address and e-mail. Articles must be type with Arial 10 format. The text order should follow the next sequence: introduction, applicable sections on the matter in question, conclusion and references.

8.- In order to facilitate the publication process, submissions should first be sent by e-mail, written using Microsoft Word, using the font Arial black 12, 1.5 spaced, justified paragraph. Headings centered in sentence case and bold letters. Page design margins 2.5 per side, letter size and portrait orientation.

9.- Manuscripts should be e-mailed to Dr. Sergio Martinez Gonzalez to the journal correspondence abanicoveterinario@gmail.com.

10.- References must appear in alphabetical order in title case. The data must be complete and accurate. Reference should be cited using author's last name or institution, year of publication in parentheses. Examples.

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.

b) QUIROZ RH. *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos*, editorial LIMUSA, México, DF. 2000:177- 195.

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.

d) BAUTISTA VM. Comportamiento de los niveles de lactato sanguíneo en presencia de pirofosfato de tiamina en personas sedentarias sujeta a una actividad física moderada (Tesis de Maestría). Colima, Col; México: Univ de Colima. 2002.

e) OVIEDO FG, Hernández VC. Evaluación económica del rebaño ovino bajo un sistema de pradera irrigada. Memorias VII Curso Bases de la Cría Ovina; Asociación Mexicana de Técnicos y Especialistas en Ovinos. Toluca, México. Agosto 22-25 de 2002:348-352.

f) VARONA L. Genética molecular y calidad de carne. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/> Publicado en 2008. Acceso en Diciembre 2012.

g) SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Diagnóstico en la ganadería en Nayarit. Estudio Informativo. Tepic, Nayarit; México. 2005: 45-49.

11.- Charts and graphics must be written in Microsoft Word, black and White, without stepping outside the margins of the sheet, using Arial font black 10 and subtitles Arial 8.

ADQUISICIÓN DE ABANICO VETERINARIO

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

www.sisupe.org/abanicoveterinario
www.imbiomed.com.mx

Suscripciones a la revista 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 formato electrónico \$100.00 con envíos a su correo electrónico e impreso \$360 por un año (tres números), esto último solo para envíos a la república mexicana.

JOURNAL ABANICO VETERINARIO ACQUISITION

All the published information in the journal is free and can be downloaded directly from the website:

www.sisupe.org/abanicoveterinario
www.imbiomed.com.mx

Subscriptions to the journal make a Bank deposit at BANCOMER bank account number 1473789969 to FABIOLA RAMÍREZ OROZCO, scan and send the deposit with your e-mail address or mail to abanicoveterinario@gmail.com, the cost is \$100.00 with shipping to your e-mail address and \$ 360 for one year subscription (three volumes), this only for the Mexican Republic.

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y FERMENTACIÓN RUMINAL DE LA DIETA POR BOVINOS EN PASTOREO EN UN PASTIZAL NATIVO DEL ORIENTE DE DURANGO
CHEMICAL COMPOSITION AND RUMINAL FERMENTATION OF DIET BY GRAZING CATTLE IN NATIVE RANGELANDS OF EAST DURANGO

¹Murillo-Ortiz Manuel, Reyes-Estrada Osvaldo, Herrera-Torres Esperanza, Villarreal-Rodríguez Guadalupe

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. México.

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio para evaluar la composición química y los parámetros de fermentación ruminal de la dieta consumida por ganado bovino, en libre pastoreo en dos épocas del año; se utilizaron cuatro novillos con fístula en el esófago, en un diseño completamente al azar. Los valores de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO), fueron más altos en la época de lluvia, en comparación con la época seca ($P < 0.05$). Se observó interacción estación x tiempo para la concentración de nitrógeno amoniacal ruminal ($N-NH_3$) ($P < 0.05$). Las concentraciones de $N-NH_3$ registradas en los diferentes tiempos fueron más bajas en la época seca y más altas en la época de lluvia ($P < 0.05$). No se detectaron interacciones estación x tiempo en el pH y en la concentración de ácidos grasos volátiles (AGVS); sin embargo, las concentraciones de propionato y butirato, así como de ácidos grasos volátiles totales, fueron más altas en la época de lluvia en comparación con la época seca ($P < 0.05$); aunque las concentraciones de acetato fueron más altas en la época seca ($P < 0.05$). Los resultados indican que el ganado bovino requiere de suplementación proteica y energética durante la época seca.

Palabras clave: Bovinos, dieta, pastoreo, composición química, fermentación ruminal.

ABSTRACT

A study was conducted to evaluate the chemical composition and ruminal fermentation parameters of diets consumed by grazing cattle during two seasons of year. Four steers with esophageal cannulae ($350 \pm$ kg BW) were used in randomized complete design. Highest protein crude (CP), neutral detergent fiber (NDF) and *in vitro* organic matter

¹Manuel Murillo Ortiz. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Durango-Mezquital Km 11.5. C.P. 34000 korima99@hotmail.com

Recibido: 19/02/2013. Aceptado: 20/06/2013.
Identificación del artículo: [abanicoveterinario3\(2\):12-21/0000032](#)

digestibility (IVOMD) values were obtained in wet season as compared dry season ($P<0.05$). Interaction season x time was observed for ruminal ammonia nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) ($P<0.05$). $\text{NH}_3\text{-N}$ concentrations registered at different times were lower in the dry season and higher in wet season ($P<0.05$). No season x time interactions were detected for pH and volatile fatty acids concentrations (VFA) ($P<0.05$). However, propionate and butyrate concentrations as well as total volatile fatty acids were higher in the wet season compared to the dry season ($P<0.05$); although acetate concentrations were higher in the dry season. The results indicate that cattle required protein and energy supplementation during dry season.

Keywords: Cattle, diet, grazing, chemical composition, ruminal fermentation.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina es una actividad económica importante para el estado de Durango y se desarrolla preferentemente en condiciones extensivas. Bajo estas condiciones de producción, los pastizales nativos son la única fuente de alimento para el ganado; sin embargo, en los últimos años, la sequía recurrente y el sobrepastoreo, han ocasionado el deterioro masivo de los pastizales.

Lo anterior ha traído como consecuencia el bajo rendimiento productivo, y en casos extremos la sobrevivencia del ganado; ante estas condiciones, es prioritario conocer los nutrientes aportados por la dieta, con el propósito de diseñar programas estratégicos de suplementación para el ganado bovino en apacentamiento (Murillo *et al.*, 2005).

Tradicionalmente, los estudios dirigidos a evaluar el estado nutricional del ganado en pastoreo, se enfocaban a relacionar los cambios estacionales de los nutrientes aportados por pastizales; con los requerimientos nutricionales de los animales (Murillo *et al.*, 2004). No obstante, en nuestro país, pocos estudios han relacionado la composición química de la dieta consumida con el medio ambiente ruminal en bovinos en pastoreo.

El rumen es el sitio principal de degradación de los forrajes, y donde se generan los productos finales de fermentación (amoníaco y ácidos grasos volátiles). El pH del contenido ruminal, influye sobre la degradación de la fibra, la síntesis de proteína microbiana y como consecuencia en el suministro de proteína al ganado en pastoreo (McCollum *et al.*, 1985); por lo tanto, el conocimiento de los cambios estacionales en la composición química de la dieta y los patrones de fermentación ruminal en ganado bovino en pastoreo, son una herramienta valiosa para hacer más eficiente la utilización de la dieta y el rendimiento productivo de los animales en libre pastoreo.

En el presente trabajo se plantea la hipótesis de que la composición química, así como la fermentación ruminal de la dieta consumida por el ganado en pastoreo, presentan

variaciones estacionales. En consideración a lo anterior, el objetivo de este estudio es determinar la composición química y los parámetros de fermentación ruminal de la dieta consumida por ganado bovino, en libre pastoreo en dos épocas del año.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en un agostadero ubicado en el oeste de Durango, el cual presenta una vegetación clasificada como pastizal mediano arbosufrutescente, en lomeríos del malpaís (COTECOCA, 1979). Geográficamente el área de muestreo se ubica entre los 104° 32' 21" longitud oeste y 24° 22' 00" latitud norte; a una altitud de 1800 msnm. El clima es seco-templado con lluvias en verano (BS₁K). La región presenta una temperatura y precipitación media anual de 17.5°C y 450 mm, respectivamente (INEGI, 2003).

Composición química

Para la obtención de muestras de la dieta consumida por el ganado, se utilizaron 4 novillos fistulados de esófago de 320 kg de peso vivo (Holecheck *et al.*, 1982). Los muestreos se realizaron por la mañana (7:30 h), durante cuatro días consecutivos y con una duración de 45 minutos, en tres ocasiones por época de año (Karn, 2000). Las muestras obtenidas se conservaron en hielo durante su transporte hasta el laboratorio, donde se secaron a 60°C por 48 h. Posteriormente, las muestras se molieron en un molino Wiley, con malla de 2 mm. para realizar los siguientes análisis de laboratorio: materia seca (MS), materia orgánica (MO), PC (AOAC, 1994), (FDN), fibra detergente ácida (FDA), lignina (Van Soest *et al.*, 1991) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca y de la materia orgánica (Ankom, 2004).

Fermentación ruminal

Para la determinación de los patrones de fermentación ruminal, se tomaron muestras de líquido ruminal de 2 becerros fistulados, del rumen de 350 kg. de peso vivo. Los muestreos de líquido ruminal se realizaron por la mañana (7:30 h.), durante dos días consecutivos y en tres ocasiones por época de año (Karn, 2000). Por la mañana y antes del inicio del pastoreo, se tomaron muestras de 30 ml. de líquido ruminal de cada becerro, a las cuales de inmediato se les midió el pH y enseguida el líquido se filtró en cuatro capas de gasa.

Una vez filtrado se tomaron submuestras de aproximadamente 10 ml., las cuales se recibieron en frascos de plástico provistos con 2.5 ml. de ácido metafosfórico al 25 % (peso/volumen); y se mantuvieron en congelación hasta la determinación de ácidos

grasos volátiles (Galyean, 1980). Otra submuestra de 10 ml. se depositó en frascos de plástico provistos con 0.3 ml. de ácido sulfúrico al 50 % como conservador y se mantuvo en congelación hasta su análisis de nitrógeno amoniacal (Galyean, 1980). Una vez concluido la toma de muestras de líquido ruminal, los animales salieron a pastorear y nuevamente se tomaron muestras de líquido ruminal a las. 4, 8 y 12 h. después de iniciado el pastoreo.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de composición química, fueron sometidos a un análisis de la varianza para un diseño completamente al azar ; mientras que las variables obtenidas por tiempo como son pH, ácidos grasos volátiles (AGV) y nitrógeno amoniacal (N-NH₃), fueron sometidos a un análisis de parcelas divididas en el tiempo. En este arreglo de tratamientos, las parcelas grandes fueron las épocas del año y las parcelas chicas, los tiempos de muestreo a través del día. En el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química

En la Tabla 1, se presenta la composición química de la dieta consumida por los animales durante dos épocas del año. Como se puede observar, se registraron diferencias en los contenidos de MS del forraje consumido por los animales entre épocas del año ($P < 0.05$). La media del contenido de PC fue de 10.0 % y varió de 13.2 % en la época de lluvia, a 6.8 % en la época seca.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, indican que en la época de lluvia la PC de la dieta mostró niveles aceptables, puesto que un contenido de 80 g/kg MS es considerado adecuado para bovinos en pastoreo (NRC, 1996). Resultados similares a los obtenidos en este estudio, fueron reportados por Chávez y González (2009). De igual manera, se observaron diferencias entre épocas del año en los contenidos de FDN, FDA y lignina de la dieta consumida por el ganado ($P < 0.05$). En ambos casos los contenidos más altos de FDN, FDA y lignina se observaron en la época seca (72.3 %, 50.0 % y 7.3 %, respectivamente) y los más bajos en la época de lluvia (64.4 %, 42.2 % y 4.5 %, respectivamente). Las diferencias observadas entre épocas el año, pueden atribuirse a que en la época seca, la mayor parte de los pastizales se encuentran en las etapa de madurez y latencia, las cuales se caracterizan por el incremento en los contenidos de fibra (Ramírez *et al.*, 2001).

Tabla 1 Composición química de la dieta de bovinos en pastoreo en dos épocas del año

	Lluvia	Seca	Media	emm
MS (%)	85.7±0.45 ^b	90.085.7± ^a	87.8	0.18
PC (%)	13.2±.10 ^a	6.8±0.15 ^b	10.0	0.08
FDN (%)	64.4±0.60 ^b	72.3±0.65 ^a	68.3	0.63
FDA (%)	42.2±0.40 ^b	50.0±0.13 ^a	46.1	0.31
Lignina (%)	4.5±0.42 ^b	7.3±0.11 ^a	5.9	0.27
DIVMS (%)	68.2±0.50 ^a	61.4.1±0.60 ^b	64.8	0.67
DIVMO (%)	64.5±0.32 ^a	56.6-±0.80 ^b	60.5	0.58

^{ab}Medias dentro de las hileras con diferente literal indican diferencias (P < 0.05)

emm: Error estándar de la diferencia entre medias

La DIVMS de la dieta, fué diferente entre épocas del año (P<0.05) y varió de 61.4 % en el periodo seco, a 68.2 % en el periodo lluvioso; con una media de ambos periodos de 64.8 %. También se observaron diferencias en la DIVMO de la dieta (P<0.05); el valor más alto se registró en la época de lluvia (64.5 %) y el más bajo en la época seca (56.6 %); ambos valores de DIVMS y DIVMO de la dieta seleccionada por el ganado bovino, en las dos épocas del año, fueron superiores a los reportados por Chávez *et al.*, (1986) y Gutiérrez, (1991).

Fermentación ruminal

En la Tabla 2, se muestran las concentraciones de nitrógeno amoniacal ruminal (N-NH₃), a diferentes horas del día en las dos épocas del año; se observaron interacciones entre las concentraciones de N-NH₃ a diferentes horas del día y la época de año (P<0.05). En este caso, se compararon las medias de las dos épocas del año en las diferentes horas de muestreo.

Las concentraciones de N-NH₃ ruminal registradas a las 0, 4, 8 y 12 h., fueron diferentes entre épocas del año (P<0.05). Las concentraciones de N-NH₃ observadas en los diferentes tiempos de muestreo, fueron más bajas en la época seca y más altas en la época de lluvia (P<0.05).

Tabla 2 Concentraciones de nitrógeno amoniacal ruminal (mg/dl) en varios tiempos de muestreo de la dieta consumida por bovinos en libre pastoreo en dos épocas del año

Tiempo (h.)	Épocas		Media	eem
	Lluvia	Seca		
0	5.3±1.0 ^a	3.4±1.0 ^b	4.3	0.72
4	7.2±1.71 ^a	4.8±0.22 ^b	6.0	1.11
8	14.9±1.12 ^a	6.2±0.27 ^b	10.5	1.47
12	15.1±1.0 ^a	8.4±1.21 ^b	11.7	0.72

^{ab}Medias con distinta literal en la misma hilera son diferentes (P < 0.05)

eem: Error estándar de la diferencia entre medias

Estas diferencias pueden explicarse, a partir de la época seca, el contenido de proteína es más reducido que el de la época de lluvia; además de que posiblemente estos valores puede estar asociados a un incremento en el contenido de nitrógeno, ligado la fracción fibra de la dieta consumida por el ganado durante la época seca (Playne y Kennedy, 1976). Satter y Slyter (1974) sugieren que para que se favorezca una óptima síntesis de proteína microbiana, es necesario una concentración mínima de N-NH₃ de 5 mg/100 ml. de líquido ruminal. Las concentraciones de N-NH₃ registradas en la época de lluvia en los diferentes tiempos de muestreo rebasan estos requerimientos de N-NH₃ ruminal; sin embargo, en la época seca las concentraciones de N-NH₃ observadas a las 0 y 4 h. , son inferiores a estos requerimientos; aunque dentro de esta misma época las concentraciones observadas a las 8 y 12 h. son superiores a estos requerimientos.

En la Tabla 3, se muestran los valores de pH y las concentraciones de ácidos grasos volátiles del forraje consumido por el ganado. Los valores de pH y las concentraciones de ácidos grasos volátiles (AGVS), no fueron afectadas por la interacciones de la época del año x tiempo (P<0.05); por lo que únicamente se discuten las medias de los efectos principales. El pH registrado, fué diferente entre épocas del año (P<0.05); el pH observado en la época seca (6.8), fué superior al de la época de lluvia (6.4).

Al respecto Orskov (1982) menciona que bajo condiciones de pastoreo, el pH ruminal normalmente varía de 6.3 a 7.0, debido al tiempo dedicado al pastoreo y a la rumia. Generalmente, con el avance de la madurez de las plantas, se espera un incremento en el pH, debido a que pequeñas cantidades de ácidos grasos volátiles, pueden ser

amortiguadas por grandes cantidades de saliva, asociadas con un incremento en el tiempo de masticado y de rumia de los forrajes maduros (McCollum *et al.*, 1985).

Tabla 3 Valores de pH ruminal y concentraciones de ácidos grasos volátiles de la dieta consumida por bovinos en libre pastoreo en dos épocas del año

	Épocas		eem
	Lluvia	Seca	
pH	6.4±0.55 ^a	6.8±0.68 ^b	0.74
AGV Totales (mM/l)	90.1±0.10 ^a	80.7±0.35 ^b	0.22
	mol/dl		
Acético	69.3±1.0 ^a	71.5±1.51 ^a	1.01
Propiónico	18.2±1.15 ^a	15.5±1.02 ^b	0.72
Butírico	8.5±1.20 ^a	6.6±1.81 ^b	0.34
Isobutírico	1.3±0.22 ^a	1.1±1.03 ^b	0.81
Isovalérico	1.1±0.13 ^a	0.85±0.27 ^b	0.09
Valérico	0.76±0.11 ^a	0.66±0.14 ^b	0.04

^{ab}Medias con distinta literal en la misma hilera son diferentes (P < 0.05)

eem: error estándar de la diferencia entre medias

Por lo que respecta a la producción de AGVS, las concentraciones de AGVS totales fueron diferentes entre épocas del año (P<0.05); la concentración más alta se observó en la época de lluvia (90.1 mMol/l), y la más baja en la época seca (80.7 mMol/l). De igual modo, las concentraciones de ácido propiónico y butírico fueron diferentes entre épocas del año (P<0.05); no así las concentraciones de ácido acético, las cuales fueron iguales entre épocas del año (P>0.05). Las concentraciones de ácido propiónico y butírico en la época de lluvia (18.2 y 8.5, mol/dl, respectivamente), fueron superiores a las de la época seca (15.5 y 6.6 mol/dl, respectivamente). La concentración de ácido acético en la época seca (71.5 mol/dl) fué superior a la de época de lluvia (69.3, mol/dl).

Las concentraciones de ácidos grasos volátiles obtenidas en este estudio, coinciden con las reportadas por Choat *et al.* (2003), en ganado bovino en libre pastoreo. Así mismo, previos trabajos han demostrado cambios similares en las concentraciones de AGVS en ambas épocas del año, así como en las fases de crecimiento y de dormancia de los pastizales (Funk *et al.*, 1987; Playne y Kennedy, 1976). El hecho de haber encontrado en la época seca, una concentración superior de ácido acético a la observada en la época de lluvia; lo anterior se explica a partir de que un incremento en las concentraciones de acetato, son características de la fermentación de los carbohidratos estructurales de las paredes celulares de las plantas; mientras que altas concentraciones de ácido propiónico, son favorecidas por la fermentación de los carbohidratos solubles presentes en el contenido celular de las plantas (Van Soest, 1994).

Como se ha demostrado, en la época seca, los carbohidratos estructurales del pastizal prevalecen sobre los carbohidratos solubles, que son de fácil fermentación; y como consecuencia se registran en el rumen altas concentraciones de acetato, en comparación con las concentraciones de propionato (Minson, 1990).

También se encontraron diferencias entre épocas del año, en las concentraciones de los AGVS menores (isobutírico, isovalérico y valérico) ($P < 0.05$). Las concentraciones más altas de ácido isobutírico, isovalérico y valérico se encontraron en la época de lluvia (1.3, 1.1 y 0.76 mol/dl, respectivamente), y las más bajas en la época de seca (1.1, 0.85 y 0.66 mol/dl, respectivamente). Los AGVS menores, son requeridos por un número representativo de bacterias celulolíticas presentes en el rumen (Orskov, 1982); y sus concentraciones son más altas en la época de lluvia, cuando el crecimiento de las plantas es rápido y declinan en la medida en que el forraje madura (Playne y Kennedy, 1976).

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos indican, que la conjunción de los componentes químicos de la dieta con las concentraciones de nitrógeno amoniacal y de ácidos grasos volátiles, reflejan la eficiencia de utilización de la dieta seleccionada por el ganado bovino en pastoreo. Los contenidos de PC de la dieta consumida por el ganado en la época seca, no cubren las necesidades de proteína de bovinos en pastoreo, lo que sugiere la suplementación proteica del ganado durante esta época del año. En términos generales las concentraciones de N-NH₃ ruminal fueron las óptimas para el crecimiento microbiano; y como consecuencia se favorece la digestión de la fracción fibra de la dieta. Las concentraciones de ácidos grasos volátiles, reflejaron en cierta medida la eficiencia de utilización de la materia orgánica digestible de la dieta. Por lo anterior se concluye, que el ganado bovino apacentado en pastizales ubicados en el oriente del estado de Durango, requiere de suplementación alimenticia particularmente proteica y energética durante la época seca del año.

LITERATURA CITADA

- ANKOM Technology. Procedures for fiber and in vitro analysis. 2004.
- AOAC. Official Methods of Analysis (15th Ed.) Association of Official Analytical Chemist. Washington. 1994.
- CHÁVEZ S, Fierro GLC, Peña RH, Sánchez GE, Ortiz MV. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un pastizal mediano abierto en la región central de Chihuahua. *Téc Pecu Mex*. 1986; 50:90-105.
- CHÁVEZ SAH, González GF. Estudios Zootécnicos (Animales en Pastoreo). En: Chávez SAH. (ed). Rancho Experimental la Campana, 50 años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2009:113-206.
- CHOAT WT, Krehbiel CR, Duff GC, Kirksey RE, Lauriault LM, Rivera JD, Capitan BM, Walker DA, Donart GB, Goad CL. Influence of grazing dormant native range or winter pasture on subsequent finishing cattle performance, carcass characteristics and ruminal metabolism. *J Anim Sci*. 2003; 81:3191-3201.
- COTECOCA. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero. Editorial Calypso. SARH. Durango, México. 1979.**
- FUNK MA, Galyean ML, Branine ME, Krysl LJ. Steers grazing blue grama rangeland throughout the growing season. I. Dietary composition, intake, digesta kinetics and ruminal fermentation. *J. Anim. Sci*. 1987; 65:1342-1353.
- GALYAN ML. Techniques and Procedures in Animal Nutrition Research. New Mexico State University. 1980: 124.
- GUTIERREZ JL. Nutrición de Rumiantes en Pastoreo. Colección de Textos Universitarios. Universidad Autónoma de Chihuahua. México. 1991.
- HOLECHECK JL, Vavra M, Pieper RD. Methods for determining the nutritive quality of range ruminants diets: A Review. *J Anim Sci*. 1982; 35:309-315.
- INEGI. Anuario Estadístico Durango. México. 2003.
- KARN JF. Supplementation of yearling steers grazing northern great plains rangelands. *J. Range Manage*. 2000; 53: 170-175.
- MCCOLLUM FT, Galyean ML, Krysl LJ, Wallace JD. Cattle grazing blue grama rangeland. I. Seasonal diets and rumen fermentation. *J. Range Manage*. 1985; 38: 539 -542.
- MINSON DJ. Forages in Ruminants Nutrition. California, USA: Academic Press, 1990: 82.
- MURILLO OM, Reyes EO, Palacio CC, Toca RJ, Carrete CFO, Herrera TE. Constituyentes parietales del forraje consumido por ganado bovino en un pastizal mediano arbosufrutescente en Durango. *Memorias del XXVIII Congreso Nacional de Buiatría*. Morelia, Michoacán. México. 2004: 209.
- MURILLO OM, Reyes O, Palacio C, Carrete F, Ruiz O, Herrera E. Consumo voluntario y valor nutricional de la dieta de bovinos en un pastizal mediano arbosufrutescente en dos

épocas de año. II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Zacatecas, Zac. 2005:125.

NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Seventh Revised Edition. National Research Council (U.S). Subcommittee of beef cattle Nutrition; Washington, D,C. National Academic Press. 1996.

ORSKOV ER. Protein Nutrition in Ruminants. Academic Press, New York. 1982.

PLAYNE JJ, Kennedy PM. Ruminal volatile fatty acids and ammonia in cattle grazing dry tropical pastures. J. Agric. Sci. (Camb).1976; 86:367-372.

RAMÍREZ RG, Enríquez A, Lozano F. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel y nueve zacates nativos del NE de México. Ciencia UANL. 2001; IV: 314-321

SAS. 2003. SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst, Inc Cary, NC. 2001.

SATTER LD, Slyter LL. Effect of ammonia concentración on rumen microbial L.D. protein production *in vitro*. Britch. J. Nutr.1974; 32:199.

VAN SOEST PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polisacharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 1991;74:3583- 3588.

VAN SOEST PJ. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd ed. Cornell Univ Press Ithaca, New York, USA: Academic Press. 1994.

CREEP-FEEDING EN CORDEROS SOBRE PASTIZAL NATIVO: EFECTO DEL TAMAÑO DE CAMADA Y DEL BIOTIPO MATERNO
CREEP-FEEDING ON NATIVE GRASSES IN LAMBS: EFFECT OF LITTER SIZE AND MATERNAL BIOTYPE

Lamarca-Bianchessi Martín, Garibotto-Carton Gustavo, Bianchi-Olascoaga Gianni, Bentancur-Murgiondo Oscar

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

RESUMEN

El objetivo del presente experimento, fué evaluar el efecto del agregado del suplemento (80% maíz y 20% harina de soja), del biotipo materno (Corriedale vs Milchschaf x Corriedale) y del tamaño de camada (únicos vs mellizos), sobre el desempeño de 36 ovejas y sus corderos cruza Southdown, pastoreando campo natural. El diseño experimental utilizado fué bloques al azar, con arreglo factorial incompleto de tratamientos. La ganancia diaria de los corderos resultó afectada por todos los tratamientos ($p > 0,01$); independientemente del biotipo materno, los corderos con acceso al concentrado crecieron más rápido que aquellos sin suplemento ($141,0 \pm 4,1$ vs $74,0 \pm 4,1$ g/día, respectivamente, $p = 0,0001$). A su vez, los corderos de biotipo Southdown x Corriedale (SDC) mostraron tasas de ganancia diaria superiores a los corderos Southdown x Milchschaf-Corriedale (SDMFC): $113,0 \pm 3,7$ vs $98,0 \pm 4,2$ g/día, respectivamente ($p = 0,007$). El tamaño de camada resultó significativo ($p = 0,0001$) para el crecimiento de los corderos, mostrando los animales únicos, mayores tasas de crecimiento que los mellizos ($131,0 \pm 6,1$ vs $96,0 \pm 3,1$ g/día, respectivamente). Para todos los lotes que tuvieron acceso al concentrado las conversiones alimenticias resultaron bajas a muy bajas (3,3 a 5,4), e independientes ($p > 0,10$) de los tratamientos analizados. El desempeño de los corderos con *creep-feeding* evidencia la viabilidad de esta práctica, cuando las demandas alimenticias no puedan ser satisfechas con el forraje disponible, máxime si la proporción de mellizos es elevada.

Palabras clave: alimentación diferencial, corderos pesados, biotipo materno, tamaño de camada, pastizal nativo.

¹Gianni Bianchi Olascoaga. Facultad de Agronomía. Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. Universidad de la República de Uruguay. Ruta 3, Km 363,500. Paysandú. 60000. Uruguay. mlamarca@fagro.edu.uy.

Recibido: 28/02/2013. Aceptado: 26/04/2013.
Identificación del artículo: [abanicoveterinario3\(2\):22-30/0000033](#)

ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the effect of the addition of the supplement (80% corn and 20% soybean meal), maternal biotype (Corriedale vs Milchschaf x Corriedale) and litter size (single vs twins) on the performance of 36 sheep and lambs Southdown crosses, grazing natural field. The experimental design was randomized blocks with incomplete factorial arrangement of treatments. The daily gain of lambs was affected by all treatments ($p > 0.01$). Regardless of maternal biotype, lambs with access to concentrate grew faster than those without supplement (141.0 ± 4.1 vs 74.0 ± 4.1 g / day, respectively, $p = 0.0001$). In turn, lambs Southdown x Corriedale biotype (SDC) showed higher rates of daily gain for lambs Southdown x Corriedale Milchschaf- (SDMFC): 113.0 ± 3.7 vs 98.0 ± 4.2 g / day , respectively ($p = 0.007$). The litter size was significant ($p = 0.0001$) for the growth of the lambs, only animals showing higher growth rates than fraternal twins (131.0 ± 6.1 vs 96.0 ± 3.1 g / day , respectively). For all lots that have access to concentrated food conversions were low to very low (3.3 to 5.4) and independent ($p > 0.10$) of the treatments studied. The performance of the creep-feeding lambs demonstrates the feasibility of this practice when the nutritional demands cannot be satisfied with the available forage, especially if the proportion of twins is high.

Keywords: creep feeding, heavy lambs, maternal biotype, litter size, native grasses.

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de cordero en Uruguay, ha experimentado un crecimiento sostenido durante los últimos años, con precios de exportación –y al productor–; que también han manifestado una tendencia creciente y con perspectivas auspiciosas en el corto y mediano plazo (Acosta, 2010). No obstante, estas condiciones favorables de comercialización y mercado enfrentan algunas amenazas estructurales, que ponen en riesgo la sustentabilidad del negocio ovino (Garibotto, 2007).

Una de estas amenazas, consiste en la estacionalidad de la producción de corderos, con los consiguientes perjuicios comerciales e industriales, que se derivan de una oferta zafra de carne ovina de calidad (Garibotto y Bianchi, 2008). A ello se agrega que la mayoría de los productores ovinos, se encuentran en las zonas de menor aptitud pastoril, lo que genera restricciones nutricionales para engordar y terminar los corderos adecuadamente. Pero además, este crecimiento de la faena y exportación, se produce paradójicamente, de manera simultánea con un stock ovino que continúa descendiendo, generando una tasa de extracción que no se sostiene con los coeficientes reproductivos actuales (Acosta, 2010).

Esta situación sugiere la necesidad de buscar opciones tecnológicas, que contribuyan a revertir dichas limitantes, con particular énfasis sobre su aplicación en aquellos sistemas y/o regiones, donde el stock ovino es mayor. Sin embargo, la mayoría de la investigación nacional ha estado orientada a la evaluación de praderas convencionales y/o verdeos de alta producción y calidad, así como a la inclusión de niveles variables de suplementos y –mayoritariamente– los períodos de evaluación han ignorado los meses de verano (Garibotto y Bianchi, 2007).

Por esa razón, en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía (Uruguay), se inició una línea de investigación orientada a estudiar alternativas estivales de alimentación y estrategias de pastoreo, con el objetivo de orientar la toma de decisiones para la obtención de corderos en el período estival con peso vivo y grado de condición corporal, acordes a la exigencia del sector industrial, cuyos principales resultados fueron sintetizados por Garibotto y Bianchi (2008). Es en esta línea de investigación donde se enmarca el presente trabajo.

La suplementación es una opción tecnológica, que por sus características podría apuntar a resolver la problemática planteada, los antecedentes nacionales (Banchero *et al.*, 2006; Garibotto, 2007; Garibotto y Bianchi, 2007; Garibotto y Bianchi, 2008), han mostrado resultados promisorios, pero evidencian la necesidad de nuevos experimentos, que consideren su aplicación sobre pastizal nativo, con diferentes tamaños de camada, partos simples y múltiples.

A nivel regional, esta opción tecnológica se enmarca en la necesidad de mejorar la competitividad del negocio, que paradójicamente, en situaciones de muy bajo desempeño productivo no opta por la adopción de tecnología (Aguilar *et al.*, 2005).

En otros países, sin embargo, la producción ovina se ha desarrollado en forma más intensiva, mediante el uso estructural de tecnologías vinculadas con la suplementación. En este sentido, se reportan varios resultados experimentales, que se concentran en las etapas de vida tempranas del cordero, identificando al proceso fisiológico de lactación como un período clave para capitalizar ganancias (Alvarez-Rodriguez *et al.*, 2008; Carrasco *et al.*, 2009).

El grado de éxito de la técnica, trasciende su implementación en sí misma, conforme existen otras tecnologías que permiten potenciar la respuesta al suplemento, como por ejemplo la elección del biotipo. En este sentido, en el experimento de *creep feeding* de Miñon *et al.* (2003), se señala un mayor efecto del biotipo animal que la del propio acceso al concentrado.

La hipótesis del trabajo, es que la práctica de *creep feeding* sobre campo natural, permite mayores ganancias diarias en los corderos, teniendo mayor impacto relativo en corderos mellizos y en el biotipo materno, con menor habilidad materna (producción de leche). El objetivo del presente experimento fué evaluar el efecto del agregado de suplemento (grano de maíz y pellet de harina de soja), del biotipo materno (Corriedale vs Milchschaf x Corriedale) y del tamaño de camada (únicos vs mellizos), sobre el peso vivo, estado corporal de las ovejas, el crecimiento y conversión alimenticia de sus corderos de raza paterna Southdown, pastoreando campo natural.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la UdelaR, Facultad de Agronomía (Paysandú, Uruguay: 32,5° S; 58,0° O).

El área experimental fué de 6 has. de pastizal nativo, con distribución de forraje primavera-estival, con especies de tipo productivo tierno-fino (Rosengurt, 1979): *Desmodium incanum*, *Axonopus*, *Bromus aulecticus*, *Paspalum notatum*, *Setaria geniculata* y *Stipa setigera* y malezas de campo sucio: *Eryngium horridum*. Las 6 has. estaban divididas en 12 parcelas de 0,5 has. cada una. Previo al inicio del experimento, todos los corderos de ambos sexos, fueron acostumbrados durante 19 días al consumo de la dieta, posteriormente se estratificaron por edad y peso vivo y se asignaron al azar, a uno de seis tratamientos, determinados por la combinación de dos biotipos maternos: ovejas Corriedale puras (CP; n = 24) y Milchschaf x Corriedale (MFC; n = 12); dos grupos de tamaño de camada (12 corderos únicos Southdown x Corriedale: SDC, 12 corderos mellizos SDC y 12 corderos mellizos Southdown x MFC: SDMFC) y dos niveles de suplementación de los corderos (con y sin acceso al suplemento).

El alimento –grano de maíz y pellet de harina de soja; relación 80:20– se ofreció grupalmente al 1% del peso vivo ajustado quincenalmente: (maíz: 86,7% MS; 9,7% PC; 3,0% FDA y 23,8% FDN y pellet de harina de soja: 86,7% MS; 41,4% PC; 10,1% FDA y 27,8% FDN).

El acceso diferencial al suplemento de los corderos, se logró mediante un acceso con una apertura de 30 cm, a un encierro de 20 m² impidiendo que las madres accedieran a dicho encierro.

El peso vivo y el estado corporal (Jefferies, 1961) de las ovejas al inicio del experimento (14/11/2007) fue de: 55,7 ± 7,2 kg y 2,75 ± 0,3 (media y desvío estándar, respectivamente), mientras que el peso vivo y la edad de los corderos fue de: 21,7 ± 4,1 kg y 60 ± 8,3 días (media y desvío estándar, respectivamente).

Cada tratamiento contó con dos repeticiones de tres ovejas con sus corderos cada una, que resulta del arreglo factorial incompleto de biotipo materno y tamaño de camada; de manera que la unidad experimental fue el grupo de animales. La carga animal de cada tratamiento durante el período experimental (111 días), fue de seis ovejas con sus corderos/ha.

En la Tabla 1 se presenta el diseño experimental y el número de observaciones por tratamiento.

Tabla 1. Diseño experimental y número de observaciones por tratamiento.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Biotipo Materno	Corriedale	Corriedale	Corriedale	Corriedale	Milchschaf x Corriedale	Milchschaf x Corriedale
Tamaño de camada	1	1	2	2	2	2
Suplemento	si	no	si	no	si	no
<i>n</i> corderos	6	6	12	12	12	12
<i>n</i> ovejas	6	6	6	6	6	6

n: número de individuos

T: Tratamientos

Tamaño de camada 1: cordero único; 2: Cordero mellizo

Los corderos y sus madres se pesaron quincenalmente en ayuno; el consumo de concentrado se obtuvo en base diaria, como la diferencia entre lo ofrecido y el rechazo a la mañana siguiente. La conversión alimenticia se calculó como los kilos consumidos sobre el incremento de peso vivo en el período. Transcurridos los 111 días experimentales, se determinó la condición corporal en las ovejas. Durante el período experimental se realizó determinación de disponibilidad de forraje.

Para el análisis de las diferentes variables productivas, se utilizó un modelo lineal generalizado, utilizándose diferentes covariables de acuerdo a la variable de respuesta considerada. Para las variables de consumo de alimento y conversión alimenticia, sólo se consideró el efecto de los tratamientos, sin contemplar covariables o variables de ajuste. Para la estimación de los efectos se utilizó el procedimiento MIXED, del paquete estadístico SAS versión 9.1.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La disponibilidad de forraje durante el período de lactancia fluctuó entre períodos y parcelas en un rango de: 609 – 4.211 kg MS/ha. Las gramíneas templadas finas y tiernas, en un principio mostraron baja disponibilidad y conforme transcurrió el experimento,

fueron perdiendo calidad nutritiva con acumulación de restos secos y predominancia de cardilla (*Eryngium horridum*).

La ganancia diaria de los corderos resultó afectada ($p \leq 0,01$), por todos los tratamientos. Independientemente del biotipo de la madre; los corderos con *creep-feeding* crecieron más rápido que aquellos sin suplemento (Cuadro 2): $141,5 \pm 4,1$ vs $74 \pm 4,1$ g/día –media y desvío–, con y sin *creep-feeding* respectivamente ($p = 0,0001$).

En la Tabla 2 se presenta el efecto de los tratamientos sobre el desempeño de los corderos.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia de los corderos.

Biotipo Materno Tamaño de camada <i>Creep feeding</i>	Corriedale				Milchschaf x Corriedale	
	Únicos		Mellizos		Mellizos	
	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con
Ganancia diaria de peso vivo (g/día)	96,5c (8,6)	166,4a (8,6)	57,5d (6,3)	131,4b (6,0)	68,2d (6,0)	126,8b (6,1)
Peso vivo final en estancia (kg/animal)	35,2 abc (1,8)	41,6 a (1,5)	29,6 c (1,2)	35,2 abc (1,1)	31,7 bc (1,4)	37 ab (1,1)
Conversión alimenticia (kg/kg)	-	4,07a	-	3,85a	-	5,05a
Consumo de suplemento/día a base seca	-	95,2 c	-	151,8 b	-	164 a

Valores entre paréntesis corresponden al error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas en la fila (Tukey 0,05).

El acceso al concentrado, produjo un incremento en la ganancia diaria de peso del 72, 128,5 y 85,9%, para corderos SDC únicos, SDC mellizos y SDMFC mellizos, respectivamente. Estos resultados son coincidentes con Garibotto y Bianchi (2008), quienes atribuyen la menor respuesta al *creep-feeding* de corderos mellizos hijos de ovejas MFC, a la mayor producción de leche que la raza Milchschaf le aporta a dicho biotipo, frente al biotipo materno CP.

Por otro lado y dentro del biotipo SDC, el mayor impacto del suplemento en los mellizos frente a los únicos, podría explicarse hipotéticamente, (conforme no se dispone de los datos que lo confirmen); porque el incremento esperado en el consumo de forraje que manifestarían los corderos mellizos, con el propósito de compensar la menor cantidad de leche a la que accede cada cordero del par, frente a los corderos únicos (Mazzitelli, 1983), no sería suficiente energéticamente a la diferencia en consumo de leche entre ambos

tamaños de camada. Otra hipótesis probable, es que se manifestara el fenómeno de crecimiento compensatorio en los corderos mellizos, ya que éstos, presentaban – como es dable esperar - un peso vivo menor a los únicos.

A su vez, el tamaño de camada resultó significativo ($p = 0,0001$), para el crecimiento de los corderos, mostrando los animales únicos mayores tasas de crecimiento que los mellizos ($131,5 \pm 6,1$ vs $96,0 \pm 3,1$ g/día, respectivamente). Para todos los lotes que tuvieron acceso al concentrado, las conversiones alimenticias resultaron bajas a muy bajas (3,3 a 5,4) e independientes ($p > 0,10$) de los tratamientos analizados. Aunque, *a priori*, hubiera sido dable esperar diferencias en función del tamaño de camada a favor de los corderos mellizos, no sólo por su mayor respuesta al concentrado en términos de ganancia diaria, sino también por el menor consumo de suplemento frente a sus contemporáneos únicos, conforme el suministro de suplemento era en función del peso vivo y los mellizos eran más livianos. A resultados similares abordaron Bechet *et al.*, (1989).

Con la aplicación del *creep-feeding* a los corderos, es dable esperar un efecto indirecto en el peso vivo y/o estado corporal de las madres, debido a un distinto consumo de leche de sus hijos (Costa *et al.*, 1991; Banchemo y Montossi, 1995a; Ganzábal y Pigurina, 1997; Banchemo *et al.*, 2006; Poli *et al.*, 2009).

En la Tabla 3 se presentan el efecto de los tratamientos sobre el desempeño de las ovejas durante el período experimental.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre la variación diaria de peso vivo y el estado corporal de las ovejas transcurridos los 111 días experimentales

Biotipo Materno Tamaño de camada <i>Creep feeding</i>	Corriedale				Milchschaaf x Corriedale	
	Únicos		Mellizos		Mellizos	
	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con
Cambio de peso en ovejas (gr/día)	-47 c (8,8)	-81,7 ab (8,8)	-53,7 c (9,7)	-61,6 bc (8,8)	-98,9 a (8,8)	-77,1 b (8,9)
Estado Corporal de ovejas (escala 1-5)	3,06a (0,14)	2,67a (0,12)	2,78a (0,12)	2,64a (0,12)	2,6a (0,14)	2,74a (0,12)

Valores entre paréntesis corresponden al error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas en la fila (Tukey 0,05).

Ninguno de los tratamientos afectó el estado corporal de las madres ($p > 0,05$). Si bien en todos los tratamientos se registraron pérdidas de peso en las ovejas, las ovejas con

mellizos de biotipo CP, perdieron menos peso que las ovejas MFC con mellizos. A su vez, en estas últimas, se registraron menores pérdidas de peso, cuando sus corderos fueron suplementados.

Las pérdidas de peso vivo que mostraron las ovejas en todos los tratamientos, evidencian la restricción del campo natural en un período de alta exigencia nutricional, como lo es la lactancia (NRC, 1985), y coinciden con las reportadas por Banchemo y Montossi (1995a; 1995b) sobre pasturas mejoradas.

En definitiva, la práctica de permitir el acceso a pequeñas cantidades de concentrado a corderos cruza, pastoreando pastizal nativo al pie de sus madres, permitió mejorar el desempeño de corderos durante el verano, aun trabajando con una carga animal alta. El mayor impacto de la práctica de *creep-feeding*, ocurrió en corderos mellizos, independientemente del biotipo materno.

Adicionalmente, el *creep-feeding* sobre campo natural, permitió la venta directa del animal, como “cordero pesado precoz” (para el caso de los únicos: $44 \pm 5,3$ kg.), o la obtención –tras el verano– de un cordero con un peso vivo cercano a las condiciones exigidas comercialmente para sacrificio en los mellizos, en particular para los corderos del biotipo MFC: $36,4 \pm 6,6$ kg.

Agradecimientos. Se agradece la ración suministrada por COPAGRAN.

LITERATURA CITADA

ACOSTA J. Situación Actual y Perspectivas del Mercado de Carne Ovina. *En*: SUL. Seminario: “Buenos Tiempos para el Negocio Ovino”. 27 de abril del 2010. LATU. Montevideo – Uruguay. 2010.

AGUILAR C, Vera R, Allende R, Toro P. Supplementation, stocking rates, and economic performance of lamb production systems in the Mediterranean-type Region of Chile. *Small Ruminant Research*. 2005; 66:108-115.

ALVAREZ-RODRIGUEZ J, Joya M, Villalba D, Sanz A. Growth analysis in light lambs raised under different management systems. *Small Ruminant Research*. 2008; 79:188-191.

BANCHERO G, Montossi F, Ganzábal A. Alimentación estratégica de corderos: La experiencia del INIA en la aplicación de las técnicas de alimentación preferencial de corderos en el Uruguay. INIA. Serie Técnica. 2006: 20-30.

BANCHERO G, Montossi F. Unidad Experimental Ovinos. INIA. Actividades de Difusión. 1995^a; 78: 14-22.

BANCHERO G, Montossi F. Unidad Experimental Ovinos. INIA. Actividades de Difusión. 1995^b; 78: 22-27.

- BECHET G, Theriez M, Prache S. Feeding behaviour of milk-fed lambs at pasture. *Small Ruminant Research*. 1989; 2:119-132.
- CARRASCO S, Ripoll G, Panea B, Álvarez-Rodríguez J, Joy M. Carcass tissue composition in light lambs: Influence of feeding system and prediction equations. *Livestock Science*. 2009; 126:112-121.
- COSTA M, Long P, Rodríguez J. Efecto de la presión de pastoreo, estrategia de suplementación y cruzamientos con razas carniceras sobre el comportamiento de los corderos lactantes (Tesis Ingeniero Agrónomo). Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. 1991.
- GANZÁBAL A, Pigurina G. Efecto de la suplementación en la ganancia de peso de corderos al pie de sus madres. *Revista Argentina de Producción Animal*. 1997; 17(1): 54.
- GARIBOTTO G, Bianchi G. Alternativas para mejorar la invernada de corderos. *SUL. Producción Ovina*. 2008; 20: 61-76.
- GARIBOTTO G. Producción de carne ovina en el Uruguay: la década perdida. *Revista de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni". Cangüé*. 2007; 29: 2-4.
- GARIBOTTO G, Bianchi G. Alternativas nutricionales con diferente grado de intensificación y su efecto en el producto final. Capítulo 6. *En: Bianchi, G. Alternativas tecnológicas para la producción de carne ovina de calidad en sistemas pastoriles*. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay. 2007:161-226.
- JEFFERIES BJ. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian Journal of Agriculture*. 1961; 32: 19-21.
- MAZZITELLI F. Algunas consideraciones sobre crecimiento de corderos. *SUL. Boletín Técnico*. 1983; 8: 53- 62.
- MIÑÓN D, García Vinent J, Cecchi G, Pezejl J. Suplementación de corderos Merino y Merino x Ile de France al pie de las madres en una pastura de Festuca-Trébol frutilla. 26° Congreso Argentino de Producción Animal. Mendoza. *Revista Argentina de Producción Animal*. 2003; 23. (Supl. 1): 8-9.
- NRC. Nutrient requirements of sheep. Subcommittee on Sheep Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture, National Research Council. 1985.
- POLI C, Monteiro A, Simionato de Barros C, Dittrich J, Fernandes S, Carvalho P. Comportamento ingestivo de cordeiros em três sistemas de produção em pastagem de Tifton 85. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 2009; 31(3): 235-241.
- ROSENGURTT B. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Dirección general de extensión Universitaria. División publicaciones y ediciones. Montevideo. Uruguay. 1979:60-86.

INFLUENCIA DE FACTORES AMBIENTALES EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN FASE PREDESTETE DE CORDEROS RAMBOUILLET
INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON PRODUCTIVE PREWEANING PERFORMANCE OF RAMBOUILLET LAMBS

González-Anaya Alejandro¹, ^{III}Ochoa-Cordero Manuel A¹, Torres-Hernández Glafiro², Díaz-Gómez Marta O¹, González-Camacho Juan M²

¹Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México. ²Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. México.

RESUMEN

Se analizaron los pesos al nacimiento y destete, así como el promedio de ganancia diaria predestete de 55 corderos Rambouillet, manejados en sistema estabulado, con el objetivo de evaluar la influencia que sobre estas variables tienen el número de parto de la madre (1, 2, 3+), tipo de nacimiento de la cría (sencillo, doble) y sexo de la cría (macho, hembra). El trabajo se llevó a cabo en la Unidad Ovina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. El destete de las crías se realizó a las 12 semanas de edad; se efectuó un análisis de varianza, utilizando en las 3 variables un modelo de efectos fijos; mediante el procedimiento GLM del SAS. Las medias generales de mínimos cuadrados de los pesos al nacimiento, al destete y de la ganancia diaria de peso fueron 4.7 ± 1.1 , 17.9 ± 2.6 y 0.235 ± 0.04 kg. respectivamente. El peso al nacimiento fue afectado por el número de parto ($p \leq 0.05$), y el tipo de nacimiento ($p \leq 0.01$); las ovejas de 1 y 3+ partos, produjeron corderos más pesados (4.9 ± 1.1 y 4.8 ± 1.0 kg. respectivamente), que las de 2 partos (4.4 ± 1.1 kg); mientras que los corderos nacidos como sencillos, fueron más pesados (5.1 ± 0.8 kg.), que los nacidos como dobles (4.1 ± 0.9 kg.). El tipo de nacimiento afectó tanto el peso al destete, como la ganancia diaria predestete ($p \leq 0.01$); los corderos nacidos como sencillos tuvieron mayor peso al destete y ganancia diaria predestete (19.6 ± 3.3 y 0.258 ± 0.01 kg.), que los nacidos como dobles (16.5 ± 3.7 y 0.203 ± 0.02 kg). No hubo interacciones entre las diferentes variables analizadas. Se concluye que es necesario tomar en consideración la influencia y magnitud de estos factores, con el propósito de utilizarlos como criterios de selección en programas de mejoramiento genético de ovinos Rambouillet.

^{III} Manuel Antonio Ochoa-Cordero, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carretera San Luis Potosí-Matehuala, Km. 14.5. Apartado Postal 32. C.P. 78321. San Luis Potosí, S.L.P., México. simba646@hotmail.com

Recibido: 17/02/2013. Aceptado: 26/04/2013.
Identificación del artículo: [abanicoveterinario3\(2\):31-38/0000034](#)

Palabras clave: factores ambientales, cambios de peso, confinamiento, producción de ovinos.

ABSTRACT

Birth and weaning weights, as well as preweaning average daily gain of 55 Rambouillet lambs managed under confined conditions were analyzed, in order to evaluate the influence of number of lambing (1, 2, 3+), type of birth (single, twin), and sex of lamb (male, female) on the above variables. The study was carried out at the Sheep Unit, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Weaning of lambs was practiced at 12 weeks of age. An analysis of variance was performed for the three variables utilizing for each one a model of fixed effects by means of the PROC GLM of SAS. Overall least-squares means for birth and weaning weights, and average daily gain were 4.7 ± 1.1 , 17.9 ± 2.6 , and 0.235 ± 0.04 kg, respectively. Birth weight was influenced by number of lambing ($p \leq 0.05$) and type of birth ($p \leq 0.01$); ewes with 1 and 3+ lambings had heavier lambs (4.9 ± 1.1 and 4.8 ± 1.0 kg, respectively) than those with 2 lambings (4.4 ± 1.1 kg), whereas lambs born as singles were heavier at birth (5.1 ± 0.8 kg) than those born as twins (4.1 ± 0.9 kg). Type of birth influenced both weaning weight and average daily gain ($p \leq 0.01$); lambs born as singles had the highest weaning weight and average daily gain (19.6 ± 3.3 and 0.258 ± 0.001 kg) than those born as twins (16.5 ± 3.7 and 0.0203 ± 0.002 kg). There were no interactions between the different variables analyzed. It is concluded that it is necessary to take these factors into consideration in order to utilize them as selection criteria in genetic improvement programs of Rambouillet sheep.

Keywords: environmental factors, weight changes, confinement, sheep production.

INTRODUCCIÓN

En la cría y explotación de ovinos para carne, los pesos corporales al nacimiento y al destete, son importantes en la mejora genética del rebaño (Carrillo *et al.*, 1987). Asimismo, la tasa de crecimiento de los corderos, es otro factor esencial para los productores; debido a la influencia directa que tienen en el tiempo de engorda y los costos de alimentación, al existir una correlación positiva con la conversión alimenticia (Peeters *et al.*, 1996). De acuerdo con Dimsoski *et al.* (1999), el número de corderos al nacimiento, está determinado por el número de parto, la edad de la oveja y el sistema de manejo; a su vez, Mavrogenis (1996) encontró un efecto significativo entre el tipo de nacimiento, el peso y la ganancia de los corderos al destete; las corderas primíparas, fueron menos productivas que las corderas múltiparas; ya que sus corderos tuvieron menor peso al nacimiento, al destete y a los 105 días de edad. También se ha encontrado que los corderos sencillos, son más pesados y se desarrollan más rápido que los corderos dobles o más (múltiples), excepto, después del destete, que es cuando los corderos dobles tienen una tasa de crecimiento similar a la de los corderos sencillos (Mavrogenis, 1996). Matika *et al.* (2003) indicaron que el número de parto de la oveja tiene un efecto significativo en los pesos al nacimiento y a los 18 meses de edad ($p < 0.001$).

En México la información relacionada con el comportamiento predestete de corderos Rambouillet es muy limitada, debido principalmente a que se trata de una raza especializada en producción de lana; sin embargo, en virtud de la aparición en el mercado internacional de fibras sintéticas, los productores de ovinos Rambouillet, han dado un giro en el sistema de producción, y en los últimos años han utilizado esta raza para fines de producción de carne. Por lo anterior, en este estudio se planteó como objetivo, evaluar los efectos del número de parto de la oveja, tipo de nacimiento y sexo de la cría en los pesos al nacimiento y destete; así como en el promedio de la ganancia diaria de peso predestete.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la Unidad Ovina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), ubicada en el Ejido “Palma de la Cruz”, Mpio. de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., localizada en las coordenadas geográficas 22° 14´ N y 100° 51´ O, a 1835 msnm. El clima es seco frío, con una temperatura media anual de 17.8 °C y una precipitación media anual de 271 mm. (Medina 2005).

Se utilizaron 55 corderos Rambouillet, de los cuales 28 eran hembras y 27 machos; con 35 de nacimiento sencillo y 20 doble, cuyas madres eran de 1, 2 y 3+ partos, con un peso corporal promedio de 65 ± 7.12 kg., al momento del empadre durante los meses de agosto-septiembre. Al momento del parto, las ovejas se agruparon por edades en corrales comunales; los corderos se pesaron al nacer, y posteriormente cada siete días, hasta las 12 semanas de edad, fecha del destete. A los dos días de nacidos, se descolaron con liga mediante un elastrador.

Tanto las necesidades nutritivas de las ovejas, como de los corderos, se cubrieron de acuerdo a las recomendaciones del NRC (1985); considerando 2.3 kg. MS d⁻¹ para las ovejas, mediante el suministro de 3.5 kg. de alfalfa verde y 1.7 kg. en base fresca de una ración con 14 % de P.C., mientras que la ración de los corderos tuvo 16 % P.C. y 70 % TND, a base de 83 % de grano entero (sorgo y cebada), 15 % de harina de soya, 1 % de bicarbonato de sodio y 1 % de microminerales, a partir de los 15 días de edad, hasta las 12 semanas, en corrales sin acceso a las ovejas.

Los datos obtenidos se analizaron mediante el procedimiento GLM del SAS (1998), utilizando el siguiente modelo de efectos fijos:

$$Y_{ijkl} = \mu + NP_i + TN_j + SC_k + (NP \times TN)_{ij} + (NP \times SC)_{ik} + (TN \times SC)_{jk} + E_{ijkl}$$

Donde: Y_{ijkl} : peso al nacimiento, peso al destete, y promedio de ganancia diaria de peso; μ : media poblacional; NP_i : efecto del i -ésimo número de parto de la madre ($i = 1, 2, 3+$ partos); TN_j : efecto del j -ésimo tipo de nacimiento de la cría ($j =$ sencillo, doble); SC_k : efecto del k -ésimo sexo de la cría ($k =$ macho, hembra); $(NP \times TN)_{ij}$, $(NP \times SC)_{ik}$, $(TN \times SC)_{jk}$: efectos de interacciones; E_{ijkl} : error residual NID ($0, \sigma^2_e$). Cuando así lo indicaba la prueba de "F", la comparación de medias se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso al nacimiento

La media general del peso al nacimiento fué 4.7 ± 1.1 kg. ; tanto el número de parto ($p \leq 0.05$), como el tipo de nacimiento, tuvieron efectos significativos ($p \leq 0.01$). Klindt y Shelton (1974) obtuvieron un peso promedio al nacimiento en corderos Rambouillet de 3.3 ± 0.04 kg. Un dato semejante (3.4 ± 0.07 kg.) fué obtenido con corderos de la misma raza, en el altiplano potosino (Sánchez y Torres Hernández, 1992).

Los corderos nacidos de ovejas de segundo parto, fueron menos pesados (4.4 ± 1.1 kg.), que los corderos nacidos de primero (4.9 ± 1.1 kg.) y tercer parto (4.8 ± 1.0 kg.) (Tabla 1). Esta diferencia puede atribuirse al efecto de la oveja, porque en la segunda gestación no ha alcanzado el peso adulto, aún está en desarrollo. Otra posible causa, es el efecto del peso al momento del empadre, o a la alimentación en el último tercio de gestación. Carrillo *et al.* (1987) encontraron que los pesos de los corderos al nacimiento se incrementan, del segundo al séptimo parto, para luego descender en partos subsecuentes. Asimismo, Vesely y Peters (1964) mostraron un incremento de los pesos al nacimiento, por cada año de aumento en edad de la oveja, hasta los seis años de edad.

A su vez, Sidwell *et al.* (1964) determinaron que ovejas de 4 años o más, produjeron corderos más pesados que las de 3 años; y a su vez, éstas más que las de 2 años. Resultados de varios investigadores (Mavrogenis, 1996; Peeters *et al.* 1996; Wuliji y Dodds, 2000) respaldan este aspecto.

Los corderos nacidos de parto sencillo fueron más pesados (5.1 ± 0.8), que los de parto doble (4.1 ± 0.9). El tipo de parto (único o doble), por lo general, es el factor que más influye en la variación del peso al nacimiento de los corderos, dado que su crecimiento depende de su nutrición dentro del útero; un mayor número de fetos limita la cantidad disponible de nutrientes para cada feto, reduciendo así su peso al nacimiento (Johansson y Rendel, 1968).

Tabla 1. Medias de mínimos cuadrados de los peso al nacimiento y destete, y ganancia diaria de peso (kg) de acuerdo a número de parto, tipo de nacimiento y sexo de las crías en corderos Rambouillet.

Efecto	N	Peso al nacer	Peso al destete	Ganancia diaria de peso
Número de parto				
1	18	4.9 ± 1.1 a	18.8 ± 4.4 a	0.249±0.01 a
2	15	4.4 ± 1.1 b	17.5 ± 4.6 a	0.234±0.01 a
3	22	4.8 ± 1.0 a	17.8 ± 3.8 a	0.232±0.01 a
Tipo de nacimiento				
Sencillo	35	5.1 ± 0.8 a	19.6 ± 3.3 a	0.258±0.01 a
Doble	20	4.1 ± 0.9 b	16.5 ± 3.7 b	0.203±0.02 b
Sexo de la cría				
Hembra	28	4.6 ± 0.8 a	17.5 ± 3.3 a	0.229±0.01 a
Macho	27	4.7 ± 0.9 a	18.3 ± 3.5 a	0.243±0.01 a

a, b: medias con literales distintas difieren dentro de columnas ($p \leq 0.05$)

±: error estándar

El tipo de nacimiento fue una fuente significativa ($p \leq 0.05$) de variación, los corderos de parto triple, tuvieron 32.93% menor peso que los de parto sencillo (Carrillo *et al.*, 1987). Por otra parte, corderos nacidos y desarrollados como sencillos, fueron 25 % más pesados al nacimiento ($p \leq 0.001$), que los nacidos y criados como dobles (Manyuchi *et al.*, 1991). Algo semejante sucedió con la progenie de Romney, Texel x Romney e intercruzas de Texel x Romney, donde el peso al nacimiento de los corderos sencillos fue mayor ($p \leq 0.05$), que el peso de los corderos dobles (Wuliji y Dodds, 2000).

En la raza Norduz, los corderos sencillos fueron más pesados al nacimiento ($p \leq 0.01$), que los dobles (0.9 kg.) (Yilmaz *et al.*, 1997). Asimismo, De Lucas *et al.* (2003) encontraron que corderos Columbia nacidos como sencillos, fueron de 18% a 20% más pesados que los nacidos como dobles ($p \leq 0.05$).

El sexo de la cría no influyó ($p \geq 0.05$) en el peso de los corderos al nacimiento en los resultados obtenidos en este trabajo; sin embargo, en los resultados de varios estudios se ha manifestado la superioridad de los machos sobre las hembras, en esta característica (Carrillo *et al.*, 1987; Sánchez y Torres Hernández, 1992; Peeters *et al.*, 1996).

Peso al destete

La media general del peso al destete fue 17.9 ± 2.6 kg. , para peso al destete de los corderos, únicamente el tipo de nacimiento tuvo un efecto significativo ($p \leq 0.01$); los corderos nacidos como sencillos fueron más pesados (19.6 kg.), que los nacidos como dobles (16.5 kg.); lo anterior se atribuye al hecho de que el cordero sencillo, no tiene competencia por la producción de leche proveniente de la madre, en comparación con el cordero doble. Torres-Hernández y Hohenboken (1980) en corderos de ovejas cruzadas, observaron la dependencia del crecimiento del cordero con el consumo de leche, siendo más dependientes los corderos de parto doble que los sencillos. Asimismo, en corderos

sencillos de ovejas Dorset, se observó un mayor crecimiento que los dobles (250 vs 185 g d⁻¹) Wohltl *et al.* (1979); de acuerdo a Snowden y Glimp (1991) en corderos de ovejas Rambouillet, Columbia, Polypay y Suffolk, a partir de los 56 días de lactancia, la asociación entre la producción de leche y el crecimiento de los corderos fué pequeña y no significativa ($p \geq 0.05$). En la progenie de Romney, Texel x Romney e intercruzas de Texel x Romney, los corderos sencillos fueron más pesados ($p \leq 0.05$) que los dobles; y los dobles criados como sencillos, pesaron más al destete ($p \leq 0.05$), que los criados como dobles (Wuliji y Dodds, 2000).

No se encontró diferencia estadística ($p \geq 0.05$) en el peso al destete de los corderos, debido al número de parto de la oveja, aún cuando el peso al nacimiento de los corderos de ovejas de segundo parto, fué numéricamente menor que los otros ($p \leq 0.05$); esto sugiere que los corderos nacidos de ovejas de segundo parto, tuvieron un crecimiento compensatorio en esta etapa. En corderos Columbia, De Lucas *et al.* (2003), encontraron que la diferencia de peso entre crías de hembras adultas y crías de madres primíparas, desapareció a los 60 días de edad. La información de varias investigaciones coincide en señalar que el número de parto o edad de la oveja, influye en los pesos corporales de los corderos durante la lactancia (Bassett *et al.*, 1967; Lewis *et al.*, 1989; Bunge *et al.*, 1990; Wuliji y Dodds, 2000).

Aún cuando no se encontró un efecto significativo del sexo en el peso al destete, la literatura indica un claro predominio de los machos sobre las hembras en esta característica (Sánchez y Torres, 1992; Mavrogenis, 1992), lo cual se atribuye principalmente a diferencias hormonales (Matika *et al.*, 2003).

Ganancia diaria predestete

La ganancia diaria predestete en este trabajo fué de 0.235 ± 0.04 ; solamente el tipo de nacimiento tuvo un efecto significativo ($p \leq 0.01$), siendo los corderos de nacimiento sencillo los que tuvieron ganancias diarias de peso mayores (0.258 ± 0.01), que los de nacimiento doble (0.203 ± 0.02). En corderos Hampshire, Dorset y Suffolk, las ganancias diarias predestete fueron 0.356 ± 0.015 , 0.324 ± 0.011 , y 0.359 ± 0.008 kg. respectivamente, promedios mayores que los de este trabajo, debido a que se trata de razas especializadas en producción de carne (De la Cruz *et al.*, 2005).

La producción de la leche de las ovejas sobre las ganancias predestete de los corderos es muy importante (Johansson y Rendel, 1972; Torres-Hernández y Hohenboken, 1980). En corderos Rambouillet, Oliván y Torres (1983) reportan que por cada kg. de incremento en el peso al nacer, la ganancia diaria predestete se incrementó en 0.01 kg ($p \leq 0.01$). No hubo interacciones entre las diferentes variables analizadas.

CONCLUSIÓN

El número de parto de la oveja y el tipo de nacimiento del cordero, tuvieron un efecto significativo ($p \leq 0.05$) en el peso al nacimiento de los corderos; mientras que el tipo de nacimiento solamente mostró un efecto significativo ($p \leq 0.05$), en el peso al destete y promedio de ganancia diaria. No hubo interacciones entre las diferentes variables analizadas. Estas fuentes de variación deben ser tomadas en cuenta como criterios importantes en programas de mejoramiento genético de ovinos Rambouillet para fines de producción de carne.

LITERATURA CITADA

- BASSETT JW, Cartwright TC, Van Horn JL, Willson FS. Estimates of genetic and phenotypic parameters of weanling and yearling traits in range Rambouillet ewes. *J. Animal Sci.* 1967; 26: 254-260.
- BUNGE R, Thomas DL, Stookey JM. Factors affecting productivity of Rambouillet ewes mated to ram lambs. *J. Animal Sci.* 1990; 68: 2253-2262.
- CARRILLO AL, Velásquez MA, Ornelas TG.. Algunos factores ambientales que afectan el peso al nacer y al destete de corderos Pelibuey. *Téc. Pecu. Méx.* 1987; 25: 289-295.
- DE LA CRUZ-Colín, Torres-Hernández G, Núñez-Dominguez R, Becerril-Pérez CM. Evaluación de características productivas de corderos Hampshire, Dorset y Suffolk en pruebas de comportamiento en Hidalgo, México. *Agrociencia.* 2006; 40: 59-69.
- DE LUCAS TJ, Zarco QLA, González PE, Tortora PJ, Villa-Godoy A, Vázquez PC. Crecimiento predestete de corderos en sistemas intensivos de pastoreo y manejo reproductivo en el altiplano central de México. *Vet. Mex.* 2003; 34:235-245.
- DIMSOSKI P, Tosh JJ, Clay JJ, Irvin KM. Influence of management system on litter size, lamb growth, and carcass characteristics in sheep. *J. Animal Sci.* 1999; 77: 1037-1043.
- JOHANSSON I, Rendel J. *Genetics and Animal Breeding.* W.H. Freeman and Company. San Francisco, USA. 1968:489 p.
- KLINDT JM, Shelton M. Comparison of Rambouillet and Blackface crossbred ewes for early lamb production in Texas. *Sheep and Goat, Wool and Mohair.* The Texas Agricultural Experiment Station. College Station Texas. 1974:5-7.
- LEWIS RM, Shelton M, Sanders JO, Notter DR, Pirie WR. Adjustment factors for 120-day weaning weight in Rambouillet range lambs. *J. Animal Sci.* 1989; 1107-1115.
- MANYUCHI HB, Tawonezv PR, CmWar RM. Breed and environmental influences on weaner lamb production in Zimbabwe. *Trop. Animal Hlth Prod.* 1991; 23: 115-125
- MATIKA O, Van Wyk JB, Erasmus GJ, Baker RL. A description of growth, carcass and reproductive traits of Sabi sheep in Zimbabwe. *Small Ruminant Res.* 2003; 48: 119-126.
- MAVROGENIS AP. Environmental and genetic factors influencing milk and growth traits of Awassi sheep in Cyprus. Heterosis and maternal effects. *Small Ruminant Res.* 1996; 20: 59-65.

- MEDINA GM, Díaz PG, Loredó OC, Serrano AV, Cano GMA. Estadísticas climatológicas básicas del estado de San Luis Potosí. INIFAP-Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental San Luis Potosí. Libro Técnico, No. 2. 2005:322-323.
- NRC. Nutrient Requirements of Sheep. Sixth revised edition. National Academic Press. Washington, D.C. 1985.
- OLIVÁN TJG, Torres HG. Crecimiento de corderos Rambouillet del nacimiento hasta los 6 meses en el altiplano Zacatecano. ALPA Mem. 1983; 18: 159-160.
- PEETERS R, Kox G, Van Isterdael J. Environmental and maternal effects on early postnatal growth of lambs of different genotypes. Small Rumin. Res. 1996; 19: 45-53.
- SÁNCHEZ GJO, Torres Hernández G. Aumentos de peso en corderos de ovejas Rambouillet apareadas con sementales Suffolk, Hampshire y Rambouillet en el altiplano potosino. Vet. Méx. 1992; 23: 243-247.
- SAS. The SAS System for Windows, Release 7.00. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 1998: 558 p.
- SIDWELL GM, Everson DO, Terrill CE. Lamb weights in some pure breeds and crosses. J. Animal Sci. 1964; 23: 105-110.
- SNOWDER GD, Glimp HA. Influence of breed, number of suckling lambs, and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. J. Animal Sci. 1991; 69:923-930
- STEEL RGD, Torrie JH. Biostatística: Principios y Procedimientos. 2da. Ed. McGraw-Hill. México, D.F. 1988: 580-581.
- Torres-Hernández G, Hohenboken W. Relationships between ewe milk production and composition and preweaning lamb weight gain. J. Animal Sci. 1980; 50: 597-603.
- VESELY JA, Peters HF. The effects of breed and certain environmental factors on birth and weaning traits of range sheep. Can. J. Animal Sci. 1964; 44: 215-219.
- WOHLT JL, Miller ME, Kniffen DM. Milk intake and growth of Dorset lambs as affected by number of lambs suckled, sex of lamb and milk yield of ewe. J. Animal Sci. 1979; 49 (1):130.
- WULIJI T, Dodds KG. 2000. Effects of sex, birth rearing, and age of dam on yearling crossbred progeny of Texel x Romney sheep. J. Anim. Sci. 2000; 78, Suppl. 1/J. Dairy Sci. 83, Suppl. 1/ p 36.
- YILMAZ O, Denk H, Bayram D. Effects of lambing season, sex and birth type on growth performance in Norduz lambs. Small Rumin. Res. 1997; 68: 336-339.

EL CERDO JOVEN COMO BIOINDICADOR DE CONCENTRACIONES BAJAS DE GENOTÓXICOS MEDIANTE ERITROCITOS MICRONUCLEADOS

THE YOUNG PIG AS BIOMARKER OF LOW CONCENTRATIONS OF GENOTOXIC USING MICRONUCLEI ERYTHROCYTES

Cedano Díaz Antonio¹, ^{IV}Martínez-González Sergio², Torres-Bugarín Olivia³, Trujillo-Hernández Benjamín⁴, Zúñiga-González Guillermo⁵, Peña-Parra Bladimir².

¹Unidad Académica Preparatoria No. 4, Universidad Autónoma de Nayarit. ²Unidad Académica de Med Vet y Zoot. Universidad Autónoma de Nayarit. ³Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Guadalajara. ⁴Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Colima. ⁵Laboratorio de Mutagénesis, Centro de Investigación Biomédica de Occidente, IMSS, Guadalajara, Jalisco. México.

RESUMEN

El objetivo del presente fue establecer la respuesta eritrocitaria micronucleada del cerdo joven (10 a 13 semanas/edad) expuesto a la ciclofosfamida (0.5, 1.0 2.0 y 4.0 mg/Kg), para utilizarlo como un bioindicador de concentraciones bajas de genotóxicos. Así, en los cerdos inducidos con ciclofosfamida encontramos incrementos significativos en el número de células micronucleadas en los tratamientos de 0.5, 1.0 y 4 mg/Kg de ciclofosfamida. Por lo que concluimos que los cerdos jóvenes (10 a 13 semanas/edad), muestran respuesta eritrocitaria micronucleogénica a la ciclofosfamida, aún a dosis más bajas de las recomendadas para los roedores en pruebas de daño cromosómico. Por lo tanto, el cerdo puede ser considerado, como una prueba confiable para detectar agentes genotóxicos micronucleogénicos.

Palabras clave: respuesta, mutagenicos, sangre.

ABSTRACT

The aim of this was to determine the response of the young pig erythrocyte micronuclei (10-13 weeks / age) exposed to cyclophosphamide (0.5, 1.0, 2.0 and 4.0 mg / kg), for use as a biomarker of low concentrations of genotoxic. Thus, in pigs induced with cyclophosphamide found significant increases in the number of micronucleated cells in the treatments of 0.5, 1.0 and 4 mg / kg of cyclophosphamide. So we conclude that young pigs (10-13 weeks / age) show micronucleated erythrocyte response to cyclophosphamide, even at lower doses than recommended for rodent evidence of

^{IV}Sergio Martínez González, 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 sergiotepic@hotmail.com

Recibido: 22/12/2012. Aceptado: 20/02/2013.
Identificación del Artículo: [abanicoveterinario3\(2\):39-47/0000035](http://abanicoveterinario3(2):39-47/0000035)

chromosomal damage. Therefore, the pig can be considered as a reliable test to detect genotoxic agents micronucleated.

Keywords: response, mutagenic, blood.

INTRODUCCIÓN

Desde 1969 en respuesta al gran interés por investigar la mutagénesis ambiental, los objetivos fueron claramente enfocados en tres áreas: la definición del rango de efectos producidos en el humano por los mutágenos, el desarrollo de métodos confiables para la detección de los mismos y la elucidación de mecanismos de daño cromosómico y mutaciones génicas (Wiley, 1990). Dentro de los múltiples efectos de los contaminantes se encuentra el efecto genotóxico expresado en sus diversas formas, como por ejemplo teratogénesis, mutagénesis y por supuesto la cancerogénesis. En las pruebas de genotoxicidad se acepta que una sola prueba no puede detectar con exactitud o predecir en forma confiable los efectos genotóxicos de una sustancia en el humano (Jena y Bhunya, 1985). Se entiende la genotoxicidad como la acción deletérea de un agente o sustancia que interactúa de una forma directa o indirecta con el ADN, modificándolo y afectando su integridad. El efecto genotóxico del agente o sustancia sobre el ADN genera cambio errático permanente (mutación) en el genotipo de determinada célula en el proceso de división celular, pudiendo producir o no un cáncer. Aunque, existen aspectos por aclarar en la relación compleja entre la exposición a un genotóxico y el desarrollo de cáncer que puede ser o no cancerígeno. En el caso de ser cancerígeno, éste tiene una alta probabilidad de ser genotóxico (Cuenca y Ramírez, 2004).

Por eso es importante disponer de diversas alternativas de estudios tanto *in vivo* como *in vitro* para probar genotóxicos. La prueba de micronúcleos, es un método ampliamente utilizado para la detección del daño genotóxico producido por diferentes sustancias químicas y agentes físicos. Esta indica el daño de agentes mutagénicos sobre los cromosomas mediante la identificación de fragmentos acéntricos y/o cromosomas rezagados (Heddle *et al.*, 1991; Corazza 1990 ; Fuic y Mijic, 1999; Normann *et al.*, 2008). Los micronúcleos son fragmentos de cromosomas o cromosomas completos que espontáneamente o por causa de agentes genotóxicos, quedan fuera del núcleo durante la división celular, observe figura 1 (Schmid, 1975).

La presencia de eritrocitos micronucleados (6 EMN/10000 eritrocitos) se ha observado en algunos animales cuyo control de calidad que ejerce el sistema reticuloendotelial, principalmente el bazo, es menor y por tanto, cuando estos organismos son expuestos a genotóxicos, los eritrocitos micronucleados se incrementan de manera significativa y pueden ser organismos con características de bioindicadores naturales (Zúñiga *et al.*, 1998).

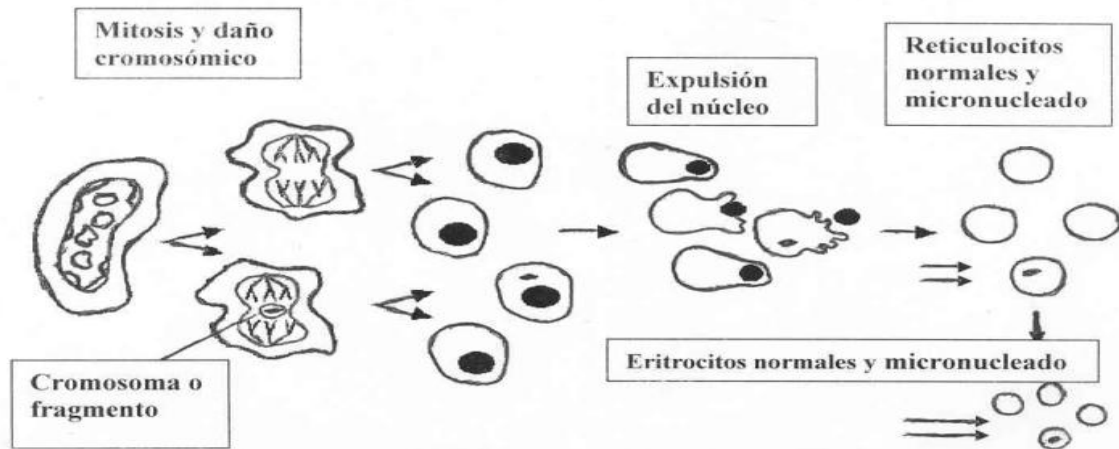


Figura 1 Formación de Micronúcleos en Eritrocitos

En la búsqueda de nuevos bioindicadores se reporta: en un estudio se muestran 9 especies de felinos (gato doméstico, león, jaguarundi, lince, jaguar, puma, tigre de bengala, ocelote y leopardo) con presencia de eritrocitos micronucleados, que puede ser propuestos como un grupo potencialmente adecuado para estudios de toxicogenética (Zamora-Perez *et al.*, 2008). También hay reportes de otros organismos biomonitores de agentes genotóxicos (Zúñiga 1996^a; Zúñiga *et al.*, 2001^a; Zúñiga *et al.*, 2001^b; Zúñiga *et al.*, 1996^b; Torres-Bugarín *et al.*, 1999; Torres-Bugarín, 1988; Torres-Bugarín, 2003) de entre los cuales se encuentra el cerdo debido a que presenta las características ideales para ser utilizado como tal (Zúñiga *et al.*, 1996^a, Zúñiga *et al.*, 2001^b).

En la literatura se destaca que el cerdo es un organismo que al ser expuesto a la radiación permite fácilmente detectar el daño micronucleogénico tanto *in vivo* como *in vitro* (Se *et al.*, 2003; Ludewig *et al.*, 1991). En otros trabajos demostramos que los cerdos (5 semanas de edad) reflejan de manera eficiente el efecto de potentes micronucleogénicos en reticulocitos, sin embargo, a esta edad presentan el inconveniente de tener una producción de eritropoyesis inestable que interfiere con la interpretación de resultados (Cedano *et al.*, 2011).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 50 cerdos de la cruce Landrace/Yorkshire. Estos fueron sometidos a dos tipos de exposición: exposición 1) ciclofosfamida vía oral en dosis única, y exposición 2) administración de ciclofosfamida vía oral en dosis continua /24 h /4 días. Todos los cerdos fueron sometidos y/o cruzados a las dos exposiciones (dosis única o dosis continua) en la misma dosis de ciclofosfamida. Los animales antes de usarse en la dosis continua

tuvieron un tiempo de lavado de 8 días. Los cerdos fueron divididos en 5 grupos (n =10). En la exposición de dosis única fue: el grupo 1) control, grupo 2) 0.5 mg/Kg, grupo 3) 1 mg/Kg, grupo 4) 2 mg/Kg y grupo 5) 4 mg/kg. En la exposición de dosis continua (cada 24 h / 4 días) fue: grupo 1) Control, grupo 2) Dosis total 2 mg/Kg, (fraccionada a 0.5 mg/Kg), grupo 3) Dosis total 4 mg/Kg (fraccionada a 1.0 mg/Kg), grupo 4) Dosis total 8 mg/Kg (fraccionada a 2.0 mg/Kg), grupo 5) Dosis total 16 mg/Kg (fraccionada a 4.0 mg/Kg).

Los frotis sanguíneos, fueron teñidos con anaranjado de acridina y observados con microscopio de fluorescencia. Los resultados se analizaron con la prueba de Friedman y Wilcoxon con corrección de Bonferroni para múltiples comparaciones. Las comparaciones pareadas se hicieron con su tiempo basal. Se utilizó un intervalo de confianza de 95 % ($p < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor basal en cerdos de 10 semanas de edad fue de 7.68 ± 4.7 , 2.6 ± 1.5 y 10.42 ± 5.7 de eritrocitos micronucleados/10,000 eritrocitos, eritrocitos policromáticos micronucleados/ 1000 eritrocitos policromáticos y eritrocitos policromáticos/ 1,000 eritrocitos totales, respectivamente. Los datos se presentan en medias y desviación estándar.

En el análisis de los datos en dosis única: En los Eritrocitos Micronucleados se encontro incremento significativo en los grupos de 0.5 mg/Kg a los tiempos 48 y 72 h. y en el de 4.0 mg/Kg a las 24 h. En los Eritrocitos Policromáticos Micronucleados se encontro incremento significativo en los grupos de 0.5 mg/Kg a las 48 h. y en el de 4 mg/Kg a las 24 h.

En el análisis de los datos en dosis continua: En los Eritrocitos Micronucleados solo se encontro diferencia en el grupo de 4 mg/Kg en los tiempos 48 h, 72 h y 144 h. En los Eritrocitos Policromáticos Micronucleados solo se encontro diferencia en el grupo de 1mg/Kg en los tiempos 72 h y 120 h.

Como antecedente sabe que para que un organismo sea un buen bioindicador de sustancias micronucleogénicas debe presentar una frecuencia aproximadamente de 6 eritrocitos micronucleados espontáneos, pues esto nos indica que su sistema depurador no es muy eficiente y por lo tanto cuando dicho organismo sea expuesto a un genotóxico nos permitirá fácilmente identificar el daño. Actualmente se cuenta con diversos biomonitores en los cuales es esencial tomar en cuenta la edad del organismo para aprovechar al máximo su poder para detectar los agentes genotóxicos básicamente

micronucleogénicos, ya que a menor edad mayor respuesta en la formación de eritrocitos micronucleados (Zúñiga *et al.*, 2001^a, Zúñiga *et al.*, 2001^b).

En este trabajo se demuestra que el cerdo presenta características ideales como bioindicador, ya que a las 10 semanas de edad presenta 7.6 EMN/10,000 eritrocitos, lo cual es un buen número de eritrocitos micronucleados espontáneos, para estos fines. En cambio los cerdos desde su nacimiento hasta las 5 semanas tienen una eritropoyesis acelerada e inestable lo que interfiere en la interpretación de resultados, así como en la reproducibilidad del modelo. Mientras que en cerdos de 10 semanas de edad el sistema de eritropoyesis ya se encuentra estable (Zúñiga *et al.*, 2001^b, Fuchs y Eder, 1991).

Por otra parte muchos de los compuestos son tóxicos hasta cuando son metabolizados, tal es la situación de la ciclofosfamida, y en el caso del cerdo su sistema microsomal dependiente de citocromo P-450, que es el responsable de metabolizar compuestos, en el cerdo este sistema termina de madurar hasta las 6 semanas de edad (Davis, 1989). Por lo se prefiere la edad de 10 semanas como la más satisfactoria para utilizar al cerdo en estas pruebas. En el presente trabajo se administró la ciclofosfamida en dos exposiciones: en dosis única y en dosis continua.

Se realizó la dosis única porque se busca un efecto entre las 24 h y 72 h, el cual se verá reflejado en los eritrocitos policromáticos ya que estos son los eritrocitos recién formados, de tal suerte que si estos policromáticos presentan micronúcleos entonces tenemos la certeza de que son originados por la exposición al inductor usado (Beaula y Subramanyam, 1991).

Los eritrocitos policromáticos maduran posteriormente a eritrocitos normocromáticos y por esta razón, cuando la exposición es continua, es notable el incremento de eritrocitos micronucleados por su acumulación (Fuic y Mijic, 1999; Heddle *et al.*, 1991). Para valorar el incremento de células micronucleadas por su acumulación se llevó a cabo el tratamiento en dosis continua durante 4 días.

El cerdo joven detectó el efecto de la ciclofosfamida en la dosis única a los tratamientos de 0.5 y 4 mg/Kg. En la dosis continua respondió a los tratamientos de 1 y 4 mg/Kg. Con respecto al tratamiento de 2 mg se observa una franca miolodepresión, la que queda demostrada por la disminución significativa de los eritrocitos policromáticos.

Resultados similares se han descrito en otros trabajos (Ludewig *et al.*, 1991; Beaula y Subramanyam, 1991). Se conoce que muchos compuestos dependiendo de la dosis y el período de administración pueden inhibir la mitosis, lo que se ve reflejado en el número de EPC en la circulación sanguínea, y si hay disminución de mitosis también baja la

formación eritrocitos policromáticos micronucleados (Beaula y Subramanyam, 1991). Lo anterior explica por qué no hubo incremento en el tratamiento de 2 mg/Kg/día de ciclofosfamida.

Como se ve en los resultados, el cerdo es un excelente bioindicador de agentes micronucleogénicos de dosis bajas de agentes genotóxicos, esto se constata al observar que hay incremento significativo de células micronucleadas a las dosis de 0.5, 1 y 4 mg/Kg. Estos resultados concuerdan perfectamente por los descritos en otros trabajos en los que usaron como bioindicador a gatos, ardillas y ratones (Zúñiga *et al.*, 1998; Zúñiga *et al.*, 2001^a; Kishi *et al.*, 1992). Así también en estudios de daño genotóxico en "Gamitana" (*Colossoma macropomum*) al ser expuesta al plaguicida fipronil (C1: 0.075mg/L, C2: 0.15mg/L y C3: 0.30 mg/L), para lo cual se utilizó el test de micronúcleos. Los resultados obtenidos para alevinos de *Colossoma macropomun* nos indican que el fipronil, a la concentración de 0.075 mg/L ha ocasionado la formación de micronúcleos (López *et al.*, 2011). En un trabajo previo se encontro resultados similares en cerdos de 5 semanas de edad, con una dosis mayor (5 mg/Kg). Estos resultados nos indican que el cerdo es un buen bioindicador de genotóxicos (Cedano *et al.*, 2011).

Algunos autores señalan que este animal tiene una alta sensibilidad a diversos compuestos así por ejemplo cuando se expusieron a la ocratoxina presentan incremento en la frecuencia de intercambio de cromátidas hermanas y que este animal tiene un DL50 para la ocratoxina menor que la rata y el ratón (Krogt, 1987; Rutqvist *et al.*, 1978) por otra parte se describe que el cerdo responde a menor dosis de radiación ionizante que otros organismos (Ludewig *et al.*, 1991; Se *et al.*, 2003).

En estudios citogenéticos se comparó el efecto de la colchicina, el colcemid y la vinblastina, cada uno a cinco concentraciones diferentes (0.1, 0.5, 1.0, 5.0 y 10.0 µg/ml), sobre dos parámetros, la morfología cromosómica, evaluada mediante la longitud del par cromosómico No. 1, y el índice mitótico de linfocitos de cerdo en cultivo estimulados con fitohemaglutinina. Los resultados de los dos parámetros muestran que la vinblastina aplicada a la dosis más baja 0.1µg/ml, favorece los estudios citogenéticos para el diagnóstico de aberraciones cromosómicas en cerdos, ya que es donde se obtienen los cromosomas más elongados y el mayor Índice Mitotico (Rodríguez-Romero *et al.*, 2000).

La ciclofosfamida es usada al menos en ratas (Hayashi *et al.*, 1992) y ratones (Mukherjee *et al.*, 1991) a dosis de 5,10,20 e incluso hasta 50 y 100 mg, además es importante señalar que la dosis letal en ratas es de 160 mg/Kg/iv como podemos darnos cuenta las dosis usada en los diversos modelos son muy superiores a las que nosotros usamos, incluso realizamos un experimento piloto en 2 cerdos para analizar el comportamiento del cerdo a 50 mg de ciclofosfamida en dosis única. De estos dos animales, uno murió a las 72 h, el otro recibió tratamiento, lográndose recuperar, esto causado por el gran efecto citotóxico mielodepresivo a esta dosis de ciclofosfamida en el cerdo (Ludewig *et al.*, 1991).

La diferencia tan marcada de la dosis de ciclofosfamida, entre roedores y el cerdo, posiblemente se deba a la variación de la vía metabólica a la ciclofosfamida entre las especies (Shaw, 1990).

CONCLUSIÓN

Se concluye que el cerdo presenta respuesta eritrocitaria micronucleogénica a la ciclofosfamida, aún a dosis más bajas de las recomendadas para otros modelos en pruebas de daño cromosómico. Por lo tanto puede ser considerado como una prueba confiable para detectar genotóxicos micronucleogénicos.

LITERATURA CITADA

- BEAULA KD, Subramanyam S. Genotoxic evaluation of ara-c by multiple parameters. *Mutat Res.* 1991; 263:185-196.
- CEDANO DA, Martínez GS, Torres BO, Zúñiga GG, Trujillo HB. Estudio de la factibilidad del cerdo como modelo indicador de agentes genotóxicos mediante el conteo de eritrocitos micronucleados. *Abanico Vet.* 2011; 1(2): 21-28.
- CORAZZA G, Ginaldi L, Zoli G, Frisoni M, Lalli G, Gasbarrini G, Quaglino D. Howell-Jolly body counting as a measure of splenic function. A reassessment. *Clinical Lab Haematol.* 1990; 12: 269-275.
- CUENCA P, Ramírez V. Aberraciones cromosómicas en trabajadoras expuestas a plaguicidas. *Rev Biol Trop.* 2004; 52(3):623-628.
- DAVIS LE. Drugs disposition in neonatal animals. *J. A. Vet. Med Admon.* 1989; 320: 1161-1162.
- FUCHS A, Eder H. Zahl und reifegradverteilung der retikulozyten von sechs tierarten. *J. Vet Med Assoc.* 1991; 38:749 –754.
- FUIC A, Mijic A. In vitro and in vivo micronucleus tests in genotoxicity research. *Arh Hig Rada Toksikol.* 1999; 50: 299-306.
- HAYASHI M, Kodama Y, Awogi T, Suzuki T, Asita AO, Sofuni T. The micronucleus assay using peripheral blood reticulocytes from mitomycin-C and eye clophosphamide-treated rats. *Mutat Res.* 1992; 278:209-213.
- HEDDLE J, Cimino M, Hayashi M, Romagna F, Shelby M, Tucker J, McGregor J. Micronuclei as an index of cytogenetic damage : past, present and future. *Environ Mol Mutag.* 1991; 18: 277- 291.
- JENA GB, Bhunya SP. Use of chick, *Gallus domesticus*, as an in vivo model for the study of chromosome aberration: A study mitomycin C and probable location of a “hot spot”. *Mutat Res.* 1985 ; 334 : 167-174.
- KISHI M, Horiguchi Y, Watanabe S, Hayashi M. Validation of the mouse peripheral blood micronucleus assay using acridine orange supravital staining with urethane. *Mutat Res.* 1992; 278:205-208.

- KROGT P. Ochratoxins in food. En: Mycotoxins in food. Food science and technology series of monographs, USA: Oxford University Press, Inc. New York.1987.
- LOPEZ A, Siles-Vallejos M, Toscano E, Melchor B, Alvarez G, Heredia V, Norberto V. Efecto genotóxico del plaguicida fipronil en alevinos de “Gamitana” *Colossoma macropomum* en condiciones de laboratorio. Scientia Agropecuaria 2011; 2: 247 – 253.
- LUDEWIG E, Koch F, Kamprad F, Melzer R. The micronucleus test in pigs: induction of micronuclei in polychromatic erythrocytes by various doses of x-rays. Mutat. Res. 1991; 249: 1-6.
- LUDEWIG E, Koch F, Kamprad F, Melzer R. The micronucleus test in pigs: induction of micronuclei in polychromatic erythrocytes by various doses of x-rays. Mutat. Res. 1991; 249:1-6.
- MUKHERJEE A, Agarwal K, Aguilar MA, Sharma A. Anticlastogenic activity of B-caroteno against ciclofosphamide in mice in vivo. Mutat Res. 1991; 263:41- 46.
- NORMANN CA, Fonseca JC, Veiga V. Micronuclei in red blood cells of armored catfish *Hypostomus plecotomus* exposed to potassium dichromate. African Journal of Biotechnology. 2008; 7(7): 893-896.
- RODRÍGUEZ-ROMERO MI, Hernández-González R, Calderón-Segura ME. Estudio comparativo de la morfología cromosomica del cerdo (sus scrofa domesticus), bajo tres diferentes inhibidores mitoticos: colchicina, colcemid y vinblastina. Salud Pública y Nutrición. 2000; No. 2.
- RUTQVIST L, Björklund NE, Hult K, Hokby E, Carlsson B. Ochratoxin A as the cause of spontaneous nephropathy in fattening pigs. App Environ Microb. 1978; 36:920-925.
- SCHMID W. The micronucleus test. Mutat Res. 1975; 31: 9-15.
- SE RK, Tae HK, Si YR, Hae JL, Heon O, Sung KJ, Ki SO, In CP, Jong CK, Chang MK, Sung HK. Measurement of micronuclei by cytokinesis-block method in human, cattle, goat, pig, rabbit, chicken and fish peripheral blood lymphocytes irradiated *in vitro* with gamma radiaton. In Vivo. 2003; 17: 433-438.
- SE RK, Tae HK, Si YR, Hae JL, Heon O, Sung KJ, Ki SO, In CP, Jong CK, Chang MK, Sung HK. Measurement of micronuclei by cytokinesis-block method in human, cattle, goat, pig, rabbit, chicken and fish peripheral blood lymphocytes irradiated *in vitro* with gamma radiaton. In vivo. 2003; 17:433-438.
- SHAW IC. Species differences in the metabolism and toxicity of agrochemicals and veterinary medicines. St. Vet. J. 1990; 44: 54-65.
- TORRES-BUGARÍN O, Ventura Aguilar A, Zamora-Perez A, Gómez-Meda BC, Ramos-Ibarra ML, Morgan-Villela G, Gutiérrez-Franco A, Zúñiga-González G. Evaluation of cisplatin +5-FU, carboplatin +5FU, and ifosfamida + epirubicine regimens using the micronuclei test and nuclear abnormalities in the bucal mucosa. Mut Res Genet Toxicology. 2003; 539:177-186.
- TORRES-BUGARÍN O, De Anda-Casillas A, Ramírez-Múñoz MP, Sánchez-Corona J, Cantú JM, Zúñiga G. Determination of diesel genotoxicity in firebreathers by micronuclei and nuclear abnormalities in buccal mucosa. Mutat Res. 1988; 413: 277-281.

TORRES-BUGARÍN O, Zamora-Pérez A, Esparza-Flores A, López-Guido B. Feria-Velasco A, Cantú JM, Zúñiga G. Eritrocitos micronucleados en niños esplenectomizados con y sin quimioterapia. Bol Méd Hos Infan Méx. 1999; 56: 212-217.

WILEY J. Mutation and the environment. Part. A: Basic mechanisms. John Wiley. 1990:340.

ZÚÑIGA G, Torres O, Zamora A, Gómez B, Ramos M, Martínez S, González A, Luna J, Ramos A, Ontiveros D, Gallegos M. Differences in the number of micronucleated erythrocytes among young and adult animals including humans spontaneous micronuclei in 43 species. Mutat Res. 2001^b; 494:161-167.

ZÚÑIGA G, Torres O, Ramos M, Zamora A, Gómez B, Ventura A, Ramos A, Ortíz G., Álvarez C, González A, Luna J, Gallegos M. Variation of micronucleated erythrocytes in peripheral blood of *Sciurus aureogaster* in relation to age: An increment of micronucleated polychromatic erythrocytes after the administration of colchicine. Environ Mol Mutagen. 2001^a; 37: 173-177.

ZÚÑIGA G, Ramírez MP, Torres O, Pérez J, Ramos A, Zamora A, Gallegos MP, Sánchez J. Induction of micronuclei in the domestic cat (*felis domesticus*) peripheral blood by colchicine and cytosine-arabinoside. Mutat Res. 1998; 413: 187-189.

ZÚÑIGA G, Torres O, Ramírez MP, Delgado JL, De Loza R, Cantú JM. Micronucleated erythrocytes in splenectomized patients with and without chemotherapy. Mutat Res. 1996^b; 361: 107-112.

ZÚÑIGA G, Torres O, Ramírez MP, Ramos A, Fanti E, Portilla E, García D, Cantú JM, Gallegos MP, Sánchez J. Spontaneous micronuclei in peripheral blood erythrocytes from 35 mammalian species. Mutat Res. 1996^a; 369: 123-127.

**CONSIDERACIONES IMPORTANTES PARA LA ESTIMACIÓN DE LA
COMPOSICIÓN CORPORAL DE BECERROS DE ENGORDA**
IMPORTANT CONSIDERATIONS FOR ESTIMATING
BODY COMPOSITION OF FEEDLOT CALVES

**^VLoya-Olguín J Lenin¹, Zinn Richard A², Aguirre-Ortega Jorge¹, Gómez-Danés
Alejandro A¹, Ramírez-Ramírez J Carmen¹, Loya-Olguín Francisco³, Ulloa-
Castañeda R Ricardo¹**

¹Unidad Académica Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit. Compostela, Nayarit, México. ²Desert Research and Extension Center, University of California Davis, USA. ³Instituto de Ciencias Agrícolas e Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, Baja California, México.

RESUMEN

La predicción de la composición corporal del ganado, tanto vivo como en canal, es importante en todos los segmentos de la industria de la carne; ya que tiene utilidad en: desarrollo de pruebas de progenie, evaluación de la canal, en experimentos de nutrición, en la estimación de los requerimientos de energía, en la asignación en forma individualizada de el costo por concepto de alimentación y en la producción de animales con la composición corporal optima, para obtener una remuneración económica máxima. La grasa es el componente corporal más variable en cantidad y distribución durante el crecimiento, por lo tanto, ésta se utiliza para determinar la composición corporal. El peso corporal de los bovinos, cuando llegan al corral de engorda (peso inicial), influye sobre el peso y características de la canal utilizadas para la estimación de la composición corporal. Los animales con peso inicial liviano (becerros) presentan una mayor cantidad de grasa subcutánea comparados con los (pesados) añeros. Por esta razón, no se deben utilizar las ecuaciones hechas con añeros para determinar la composición corporal de becerros para evitar una sobreestimación.

Palabras clave: grasa corporal, grasa subcutánea, peso inicial.

ABSTRACT

The prediction of body composition of livestock, both alive and in carcass, it is important, in every segment of the beef industry, as it has usefulness in: progeny test development, carcass evaluation, nutrition experiments, estimating energy requirements, an

^VJ Lenin Loya-Olguín, 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 joselenin28@hotmail.com

Recibido: 11/01/2013. Aceptado: 02/05/2013.
Identificación del Artículo: [abanicoveterinario3\(2\):48-58/0000036](#)

individualized allocation of the feeding cost, and animal production with optimal body composition, to obtain maximum financial compensation. Fat is the most variable body component in amount and distribution during growth, therefore, this it is used for determining the body composition. The body weight of cattle, when they arrive at the feedlot (initial weight) influences on weight and carcass characteristics used to estimate body composition. Initial weight of lightweight animals (calves) have a greater amount of subcutaneous fat compared to the (heavy) yearlings. For this reason, it should not be used the equations made with yeralings to determine body composition of calves to avoid overestimation.

Keywords: body fat, subcutaneous fat.

INTRODUCCIÓN

La predicción de la composición corporal del ganado, tanto en vivo como en la canal, es importante en todos los segmentos de la industria de la carne (Miller *et al.*, 1988); ya que tiene utilidad en el desarrollo de las pruebas de progenie, en la evaluación de la canal y en la evaluación de experimentos de nutrición (Karnuah *et al.*, 2001). Adicionalmente, posee una amplia aplicación en la estimación de los requerimientos de energía y proteína (NRC, 2000); además sirve para asignar en forma individualizada el costo por concepto de la alimentación, mediante el cálculo de número de días necesarios para alcanzar la composición corporal óptima (Guiroy *et al.*, 2001).

Durante muchos años se han buscado métodos para determinar la composición corporal en pie y canal, como el empleo de ultrasonido (Wall *et al.*, 2004; Baker *et al.*, 2006); así como la relación de características del animal en pie y en canal con la composición corporal, obteniéndose ecuaciones de predicción. Las ecuaciones de predicción pueden ser una herramienta para lograr esta meta, sin embargo, las ecuaciones existentes no tienen la precisión deseada para ser usadas en becerros; debido a que se generaron, utilizando datos de animales de edad y peso variable (Simpfendorfer 1974). Teóricamente, lo ideal es incluir en las ecuaciones todos los factores que afectan la composición de la canal, como: el tipo de dieta, raza, edad, alimentación previa al periodo de engorda, crecimiento compensatorio, tipo o número de implantes, medio ambiente, número de días en confinamiento, entre otros; pero es imposible e impráctico, por lo que se deben incluir aquellos de mayor impacto. Zinn *et al.* (2008) mencionan que los cambios en la composición corporal dependen en gran medida del peso y condición corporal con que se inicia la engorda, así como de la tasa de ganancia de peso durante el periodo de engorda.

El objetivo de este trabajo es señalar aspectos de mayor impacto en la estimación de la composición final de las canales de bovinos de engorda.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Composición corporal

La industria de la carne se interesa en tres tejidos de la canal: músculo, grasa y hueso. Una canal finalizada en un corral de engorda aproximadamente contiene entre 55 y 60% de músculo, 25 y 30% de grasa y 14 y 16% de hueso. En general, una canal de buena calidad es caracterizada por una baja proporción de hueso, alta proporción de músculo y una cantidad óptima de grasa (Taylor, 1992).

El porcentaje óptimo de grasa de las canales, no es el mismo en todos los países, incluso varía entre regiones del mismo país; esto se debe a los diferentes hábitos alimenticios, por salud o gusto. Por ejemplo en Japón buscan canales con más del 32 %, en Estados Unidos con un mínimo del 28% y en México se consumen canales con un promedio de 25 % de grasa (Zinn, 2010). La proporción de cada tejido varía durante la vida, porque tienen diferentes tiempos de maduración; el primer tejido en madurar es el nervioso, seguido por el óseo, muscular y finalmente el adiposo (Lawrence y Fowler, 2002); esto significa que cuando un tejido llega a su máximo crecimiento, los demás continúan su desarrollo. El tejido adiposo o comúnmente llamado grasa, por ser el que se madura y acumula al final, se toma como el indicador de la composición de la canal, porque cuando los bovinos de engorda alcanzan su peso final (peso de sacrificio), la deposición de proteína es mínima o nula; por esta razón, el contenido de proteína de las canales varía muy poco (Garret, 1987).

Así, en las regiones donde se clasifican de canales, la acumulación y distribución de grasa corporal es el tejido de mayor impacto. La predicción de la composición corporal de los bovinos, no es fácil, porque depende de muchos factores, como son: la raza (Korver *et al.*, 1987; Priyanto *et al.*, 1997), edad (Schoonmaker *et al.*, 2002), peso (Miller *et al.*, 1988), sexo (Taylor *et al.*, 1992), alimentación previa al periodo de engorda, y/o el crecimiento compensatorio (Owens 1993; NRC, 2000), tipo o número de implantes (Guiroy *et al.*, 2002), medio ambiente, número de días en confinamiento (May *et al.*, 1992).

Grasa Corporal

La grasa es el componente químico de la canal más variable en cantidad y distribución corporal durante el crecimiento (Berg y Butterfield, 2006); esta se deposita en la cavidad pélvica, la que algunos llaman la zona de la riñonada (pelvis, corazón y riñón), intermuscular, subcutánea e intramuscular; los cuales maduran y se acumulan iniciando en la riñonada y finalizando en la zona intramuscular.

De acuerdo con Tylutki *et al.* (1994), el excedente de energía ingerida es depositado como grasa, después de haber cubierto los requerimientos de mantenimiento, acreción de proteína y DNA; lo cual quiere decir que los nutrimentos primero se destinan para mantener vivo al animal y después para el crecimiento, de acuerdo con el orden de maduración. Cabe mencionar, que generalmente en la etapa de finalización, la masa de grasa corporal aumenta cuadráticamente con relación al peso, mientras que la masa de proteína incrementa linealmente; esto es una lógica consecuencia de tener una ganancia más rápida de grasa (Owens *et al.*, 1995).

Rompala *et al.* (1985) observaron que la tasa de crecimiento de masa libre de grasa es menos variable que la deposición de grasa, relativo a la ganancia diaria de peso y al peso corporal, además, Salinas *et al.* (1997) encontraron que la proporción de agua de la canal es inversamente relacionada con la proporción de grasa de la canal, así los animales obesos contienen menos agua, a la par los animales maduros tienen más grasa y menos agua que los jóvenes. Así, tradicionalmente, el porcentaje de rendimiento de la canal ha sido correlacionado positivamente con grasa de la canal o el grado de finalización. Es decir, el porcentaje de grasa de la canal y rendimiento, típicamente aumentan con el peso de sacrificio (Owens *et al.*, 1995). También se ha demostrado que el aumento de ganancia de peso, promueve la deposición de grasa, lo cual es un reflejo del mayor consumo energía mayor que las necesidades de mantenimiento y el crecimiento magro (Rompala *et al.*, 1985). Sin embargo, no se debe generalizar que los animales con mayores ganancias depositan más grasa.

Resultados experimentales con alimentación restringida han sido extrapolados directamente a ganado alimentado *ad libitum*, lo cual conduce a interpretar que tasas de crecimiento altas, implica más deposición de grasa y menos proteína, lo cual puede ser cierto o falso según sea el caso. La deposición de proteína continúa incrementado al aumentar la ganancia de peso (en la etapa de crecimiento y desarrollo), mientras que la deposición de grasa aumenta con la madurez fisiológica del animal (etapa de finalización). Es decir un animal puede presentar ganancia alta de peso, pero con una deposición de grasa baja si el animal es joven, y otro puede estar depositando más grasa con una menor ganancia en los últimos días de finalización; por tanto no siempre van depositar más grasa con un ganancia rápida. Desafortunadamente las correlaciones entre tasa de ganancia de peso, acreción de proteína, y grasa son confundidos por factores tales como la madurez, genética, edad y peso (Owens *et al.*, 1995).

Grasa subcutánea

La medición de la grasa subcutánea, también llamada grosor o espesor de la grasa dorsal (GGD), es el indicador más importante de la composición de la canal (Greiner *et al.*,

2003). Por tal motivo algunos investigadores lo toman como predictor único de la grasa corporal (Brethour, 2004; Miller *et al.*, 1988).

De hecho, integrando varias características en modelos de regresión múltiple GGD ha logrado explicar mayor cantidad de información en cambios de peso que las otras características consideradas, por lo cual tiene mayor impacto en la predicción de grasa corporal, tal como reportaron Guiroy *et al.* (2001) en la siguiente ecuación: $EBF = 17.76207 + (4.68142 \times FT) + (0.01945 \times HCW) + (0.81855 \times QG) - (0.06754 \times LMA)$ donde EBF= grasa corporal, FT = GGD, HCW= peso de la canal caliente, QG=grado de calidad y LMA= area del musculo *Longissimus*. Incluso, han tratado de predecir la grasa corporal futura en base a GGD actual estimada con ultrasonido (Brethour, 2004), sin embargo, esto es imposible cuando los animales, que llegan al corral son muy jóvenes y/o con bajo peso, porque existe poca o nula GGD (Zinn, 2008; comunicación personal).

La grasa subcutánea se aprecia hasta que los animales alcanzan un 23% de grasa corporal y los animales jóvenes solo tienen entre 8 y 10% de grasa corporal. En el caso de animales añeros, Brethour (2000) observó menos de 2 mm de GGD en animales entre 12 y 14 meses. De esta forma, la escasa o nula presencia de GGD, explica que la exactitud de la predicción sea baja o imposible, es decir, a menor cantidad mayor es la dificultad de detectarla. Brethour (2000), observó que el vaticinio fue optimizando conforme se aproximaba la fecha del sacrificio, es decir al aumentar GGD se mejora la predicción de grasa corporal en base a ésta. Esto sugiere que las predicciones en base a GGD se realicen después de que los animales hayan estado algunos días en el corral. Por otra parte, aunque el grosor de la grasa subcutánea es altamente correlacionada en forma positiva con el porcentaje de grasa de canal ($r^2 = 0.807$), su relación con el marmoleo es bajo ($r^2 = 0.083$) según lo señala Brethour, (2004), que significa que un animal puede presentar un GGD de 1.27 cm (considerado como el GGD obtenido a un peso maduro) pero el marmoleo puede o no ser el óptimo para obtener la clasificación "Choice". Por otra parte, Hamlin *et al.*, (1995) observaron que animales que llegaron livianos al corral alcanzaron un mayor GGD comparados con los animales que llegaron pesados, cuando ambos tenían el mismo peso corporal, lo cual implica que no se deben utilizar las ecuaciones de predicción hechas con bases de datos de animales que entran al corral siendo añeros para estimar la grasa corporal de animales que llegan siendo becerros, de lo contrario se estará sobreestimando la cantidad de grasa corporal.

Grasa intramuscular

La grasa intramuscular (GI) se encuentra entrelazada o entreverada en el músculo. La cantidad de GI en la canal se expresa como porcentaje de marmoleo. Según May *et al.* (1992) en la actualidad, el porcentaje de marmoleo es la característica de la canal que

determina el nivel o grado de clasificación de las canales de animales jóvenes (< de 42 meses de edad al sacrificio) de acuerdo con el USDA (Departamento de Agricultura de Los Estados Unidos; *United States Department of Agriculture*).

Una menor proporción de animales, que llegan al corral siendo becerros, alcanzan el marmoleo necesario para clasificar como “*Choice*” comparados con los animales que entran al corral siendo añeros (Zinn, 2010; comunicación personal). Una probable explicación a lo anterior, es que los becerros empiezan a depositar grasa subcutánea antes que los añeros en el corral de engorda por tener disponibilidad de energía antes que los añeros; siguiendo la secuencia de la acumulación de grasa en los diferentes depósitos, la grasa subcutánea se deposita antes que la intramuscular por lo que cuando los becerros obtienen 1.27 cm de grasa subcutánea (GGD alcanzado con 28 % de grasa corporal) todavía no depositan gran cantidad de grasa intramuscular al no tener la madurez fisiológica.

Grasa corporal al inicio del periodo de engorda

Tedeschi *et al.* (2004), señalaron que la estimación exacta de la composición corporal inicial, es importante para la predicción de grasa corporal en cualquier etapa de la engorda. Por otra parte Owens *et al.* (1995), confirmaron que la ganancia total de grasa varió con el contenido de grasa inicial. Según Waldman *et al.* (1969), la cantidad de grasa inicial está relacionada al peso vivo inicial. Zinn (2008), señala que la grasa corporal inicial de animales chicos oscila entre 8 y 10%, mientras que los animales con un peso medio tienen entre 10 y 13%.

Similarmente, Hersom *et al.* (2004), reportaron que el porcentaje de grasa corporal fue de: 19.7, 13.1 y 5.5% para novillos con diferente ganancia de peso antes de la ceba, esto es: alta, media y baja respectivamente, variaron significativamente con el peso inicial medio de: 346.1, 268.6 y 206.2 kg, respectivamente; es interesante señalar las ganancias de peso subsecuentes no fueron diferentes entre los tratamientos. Por lo tanto, es importante conocer el porcentaje de grasa corporal de los animales a la llegada al corral, sin embargo, tiene un mayor grado de complejidad que predecir grasa corporal final. Es difícil estimarla en base al peso porque depende de factores como ADG, régimen alimenticio, raza, o incluso la alimentación de la madre durante la preñez. Otra alternativa es la estimación con ultrasonido pero la escasa o nula cantidad de grasa dificulta la detección lo que resulta en una baja precisión.

Relación entre peso y porcentaje de grasa corporal

Conociendo los kilogramos necesarios para cambiar 1% la grasa corporal se podría predecir en que peso un animal obtiene un determinado porcentaje, cuantificando el contenido actual de la grasa corporal. Por ejemplo, en la ecuación $AFBW = EBW + (28 - EBF_{\text{actual}}) * 14.26 / 0.891$ de Guiroy *et al.* (2001) manifestaron que se requiere de 14.26 kg

de peso vivo vacío (EBW, Empty Body Weight) para aumentar un punto porcentual la grasa de la canal; sin embargo el 14.26 kg / 1% de grasa no es constante para todos los animales, ni en cualquier etapa de la engorda, ya que este valor depende de varios factores como: raza, talla, ganancia diaria de peso, y etapa de la ceba.

El rango de peso de los animales para determinar este valor, afecta la relación entre peso y grasa corporal; esto es, a medida que el peso corporal es menor, el número de kilos necesarios para cambiar 1%, el EBF será mayor comparado con un peso corporal alto, esto se debe a que animales livianos generalmente son jóvenes por edad (Hamlin *et al.*, 1995), los cuales presentan un crecimiento mayor de hueso y músculo y menor de grasa, por lo que depositan principalmente proteína, lo que implica que los becerros necesitan más kilogramos de peso para aumentar la grasa corporal, comparados con los añeros.

Consecuentemente, los becerros requieren un mayor número de días en corral comparándolos con los más añeros. Por ejemplo Simpfendorfer (1974), obtuvo un valor de 19 kg/1%, porque incluyó en su base de datos animales demasiado jóvenes (recién nacidos) y animales maduros de más de 800 kg de peso, pensando que se compensarían unos vacunos con otros, pero este valor es mayor que 14.26 obtenido por Guiroy *et al.* (2001), quienes utilizaron añeros principalmente. Por otra parte, la ganancia diaria de peso debe ser típica de un corral de engorda (>1.3 kg/d), porque es donde se pretende aplicar. El valor logrado en el trabajo de Guiroy *et al.* (2001) con añeros obtuvieron más de 1.2 kg/d, valor diferente al conseguido por Simpfendorfer (1974), quien incluyó en su estudio animales con ganancias de peso negativas, es decir, con pérdida de peso de hasta 225 g/d, y como es de esperarse vacunos con ganancias bajas y/o negativas, van a requerir de mayor peso para cambiar su contenido de grasa corporal. Otro indicador que afecta la relación de peso con el porcentaje de grasa corporal es la etapa de la engorda, o los días en el corral, porque un animal deposita más grasa conforme se aproxima al sacrificio. El valor (14.26 kg/1%) obtenido por Guiroy *et al.* (2001), con animales entre 400 y 500 kg; es muy próximo al valor 14.85 kg, observado en la tabla 3-1 del NRC (2000), con animales de 450 a 500 kg. Así mismo, la talla y /o raza de los animales debe ser considerada al relacionar el peso con la cantidad de grasa porque existe diferencia en el peso maduro entre razas, aquellas de talla grande presentan un peso maduro más elevado con mayores ganancias de peso, que razas de talla pequeña o de madurez temprana, lo que implica que el peso al que alcanzan un porcentaje grasa, es diferente entre razas.

También puede hallarse diferencia entre las razas, aunque tengan el mismo peso maduro dependiendo si son razas especializadas en la producción de carne o leche. Se ha encontrado que los novillos Holstein se diferencian de las razas de carne en el sitio de deposición de grasa (Comerford *et al.*, 1992), ya que el ganado lechero deposita la más

alta proporción de grasa interna que no forma parte de la canal, lo cual se diferencia de las razas productoras de carne tradicionales (Dolezal *et al.*, 1993).

Así Kempster (1981), indicó que la selección de la raza Holstein para alta producción de leche ha conducido indirectamente al aumento en la distribución de depósitos internos de grasa para proveer energía más rápidamente durante periodos de alta demanda de energía, como es la lactación. También se ha visto que razas especializadas en la producción de carne tienen una mayor relación músculo: hueso, comparado con las razas lecheras (Torretera, 2005).

Peso inicial

El peso inicial (PI) se refiere al peso que ingresan los animales a un corral de engorda. Puede representar la edad por la gran correlación (0.91) entre ambas (Hamlin *et al.*, 1995), pero también influyen la talla del animal, alimentación, o la tasa de ganancia previa a la engorda (Hersom *et al.* 2004). Es reconocido como un factor importante que influye en la estimación de la composición corporal (Miller *et al.*, 1988) porque influye sobre las variables que componen las ecuaciones de predicción (i.e. peso final, peso de la canal, área del músculo *Longissimus dorsi*, grasa dorsal e intramuscular).

Zinn *et al.* (2008) señala que es primordial tomar en cuenta el PI en la determinación del peso maduro, ya que animales de mayor PI alcanzan su rendimiento máximo con un peso final mayor, que animales que ingresan al corral más livianos, lo cual tiene impacto económico para los productores de USA, ya que el peso de la canal es uno de los aspectos que se toma en cuenta para el precio (Lawrence *et al.*, 2008). Devillier (2003), observó que el peso de la canal incrementó linealmente, a medida que incrementó el peso inicial; lo cual coincide con Torretera (2005), ya que encontró que el peso final explica el 89 % de la variación del peso de la canal. El área del ojo de la costilla, es un reflejo del crecimiento de la masa muscular, la cual aumenta con el peso de la canal y peso final. Por ejemplo, Schoonmaker *et al.* (2002), encontraron que la deposición de la grasa y área del ojo de la costilla es afectada por la edad de ingreso del animal al corral de engorda, ya que encontraron que animales que entraron más jóvenes al corral (111 d de edad), presentaron una mayor área del músculo *Longissimus dorsi* que se integraron a 202 371 d de edad.

Loya-Olguin (2011), encontró que animales con bajo PI no presentan grasa intramuscular (marmoleo), y tienen un mayor grosor de grasa subcutánea final comparados con los de mayor peso, lo cual coincide con Hamlin *et al.* (1995). Cabe señalar que la correlación entre grasa subcutánea e intramuscular es baja, $r^2 = 0.083$, (Loya-Olguin, 2011). Por esto, la engorda de becerros es una alternativa para producir carne "*Light*" por su menor contenido grasa intramuscular. Sin embargo, se afectan las características

organolépticas de la carne. Por ejemplo, Thonney *et al.* (1991), observaron que vacunos con mayor peso inicial dentro de la raza estudiada (Holstein vs Simmental x Angus), produjeron cortes con mejoras significantes en jugosidad, intensidad de sabor y aceptabilidad en general, que los animales con peso inicial liviano, esto se debe a que los animales delgados tienen poca posibilidad de depositar grasa intramuscular. Por esta razón, Zinn (2010), señala que de grupos de animales con peso inicial liviano, un menor porcentaje de ellos califican como Choice, comparados con los animales pesados.

CONCLUSIÓN

El peso inicial (PI), altamente correlacionado con la edad, tiene efecto sobre el peso final y las características de la canal que se emplean para la estimación de la grasa corporal, por lo tanto, PI debe ser tomado en cuenta en la aplicación y elaboración de ecuaciones de predicción de grasa corporal.

LITERATURA CITADA

- BAKER MJ, Tedeschi LO, Fox DG, Henning WR, Ketchen DJ. Using ultrasound measurements to predict body composition of yearling bulls. *J. Anim. Sci.* 2006; 84:2666-2672.
- BERG RT, Butterfield RM. *New Concepts of Cattle Growth*. Sidney University Press. Australia. 2006.
- BRETHOUR JR. Using serial ultrasound measures to generate models of marbling and backfat thickness changes in feedlot cattle. *J. Anim Sci.* 2000; 78:2055-2061.
- BRETHOUR JR. The relationship of average backfat thickness of feedlot steers to performance and relative efficiency of fat and protein retention. *J. Anim Sci.* 2004; 82:3366-3372.
- COMERFORD JW, House RB, Harpster HW, Henning WR, Cooper JB. Effects of forage and protein source on feedlot performance and carcass traits of Holstein and crossbred beef steers. *J. Anim. Sci.* 1992; 70:1022.
- DEVILLIER JE. *The Louisiana calf-to-carcass program: Growth and carcass traits*. Ph. D. Dissertation. Louisiana State University. 2003.
- DOLEZAL HG, Tatum JD, Williams FL Jr. Effects of feeder cattle frame size, muscle thickness, and age class on days fed, weight and carcass composition. *J. Anim. Sci.* 1993; 71:2975.
- GARRETT WN. Relationship between energy metabolism and the amounts of protein and fat deposited in growing cattle. *Energy Metab. Proc. Symp.* 1987; 26:3.
- GREINER SP, Rouse GH, Wilson DE, Cundiff LV, Wheeler TL. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and *longissimus* muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 2003; 81:676-682.
- GUIROY PJ, Fox DG, Tedeschi LO, Baker MJ, Cravey MD. Predicting individual feed requirements of cattle fed in groups. *J. Anim. Sci.* 2001; 79:1983.

- GUIROY PJ, Tedeschi LO, Fox DG, Hutcheson JP. The effects of implant strategy on finished body weight of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 2002; 80:1791.
- HAMLIN KE, Green RD, Perkins TL, Cundiff LV, Miller LF. Real-time ultrasonic measurements of fat thickness and *longissimus* muscle area: I. Description of age and weight effects. *J. Anim. Sci.* 1995; 73:1713-1724.
- HERSOM MJ, Horn GW, Krehbiel CR, Phillips WA. Effect of live weight gain of steers during winter grazing: I. Feedlot performance, carcass characteristics, and body composition of beef steers. *J. Anim. Sci.* 2004; 82:262-272.
- KARNUAH AB, Moriya K, Nakanishi N, Nade T, Mitsunashi T, Sasaki Y. Computer image analysis for prediction of carcass composition from cross-sections of Japanese black steers. *J. Anim. Sci.* 2001; 79:2851.
- KEMPSTER AJ. Fat partition and distribution in carcass of cattle, sheep and pigs: A review. *Meat Sci.* 1981; 5:83.
- KORVER S, Tess MW, Johnson T, Anderson BB. Size scaled lean and fat growth patterns of serially slaughtered beef animals. *J. Anim. Sci.* 1987; 64:1292.
- LAWRENCE TLJ, Fowler VR. Growth of farm animals. CABI Publishing. 2002.
- LAWRENCE TE, Farrow RL, Zollinger BL, Spivey QS. 2008. Technical note: The United States Department of Agriculture beef yield grade equation requires modification to reflect the current *longissimus* muscle area to hot carcass weight relationship. *J. Anim. Sci.* 2008; 86:1434-1438.
- LOYA-OLGUIN JL. Predicción de la grasa corporal de novillos livianos de engorda. (Tesis Doctoral). Mexicali, Baja California; México. Universidad Autónoma de Baja California. 2011.
- MAY SG, Dolezal HG, Gill DR, Ray FK, Buchanan DS. Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on post-mortem muscle characteristics and beef palatability. *J. Anim. Sci.* 1992; 70:444.
- MILLER MF, Cross HR, Baker JF, Byers FM, Recio HA. 1988. Evaluation of live and carcass techniques for predicting beef carcass composition. *Meat Sci.* 1988; 23:111.
- NRC. Nutrient requirements of beef cattle (Update 2000). National Academy Press, Washington, DC. 2000.
- OWENS FN, Gill DR, Secrist DS, Coleman SW. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 1995; 73:3152.
- OWENS FN, Dubeski P, Hanson CF. Factors that alter the growth and development of ruminants. *J. Anim. Sci.* 1993; 73:3138.
- PRIYANTO R, Johnson ER, Taylor DG. Investigations into the accuracy of prediction of beef carcass composition using subcutaneous fat thickness and carcass weight I. Identifying problems. *Meat Science.* 1997; 46:147.
- ROMPALA RE, Jones SDM, Buchanan-Smith JG, Bayley HS. Feedlot performance and composition of gain in late-maturing steers exhibiting normal and compensatory growth. *J. Anim. Sci.* 1985; 61:637.

SALINAS CJ, Yado R, Lerma DEC. Nutrición básica. Primera edición. Departamento de Fomento Editorial. Tamaulipas, México. 1997.

SCHOONMAKER JP, Loerch SC, Fluharty FL, Zerby HN, Turner TB. Effect of age at feedlot entry on performance and carcass characteristics of bulls and steers. *J. Anim. Sci.* 2002; 80:2247.

SIMPFENDORFER S. 1974. Relationship of body type, size, sex, and energy intake to the body composition of cattle. Ph. D. dissertation. Cornell Univ., Ithaca, NY.

TAYLOR RE. Scientific farm animal production: an introduction to animal science. Fourth edition. Macmillan Publishing Company. U.S.A. 1992.

TEDESCHI LO, Fox DG, Guiroy PJ. A decision support system to improve individual cattle management. 1. A mechanistic, dynamic model for animal growth. *Agric. Sys. J.* 2004; 79:171.

THONNEY ML, Perry TC, Armbruster G, Beermann DH, Fox DG. Comparison of steaks from Holstein and Simmental x Angus steers. *J. Anim. Sci.* 1991; 69: 4866-4870.

TORRENTERA N. Modelo de predicción del rendimiento de canales de ganado bovino de engorda (Tesis Doctoral). Mexicali, Baja California; México. Universidad Autónoma de Baja California. 2005.

TYLUTKI TP, Fox DG, Anrique RG. Predicting net energy and protein requirements for growth of implanted and no implanted bulls varying in body size. *J. Anim. Sci.* 1994; 72:1806.

WALDMAN RC, Tyler WJ, Brungardt VH. Estimation of body composition in young calves. *J. Anim. Sci.* 1969; 29:426-428.

WALL PB, Rouse GH, Wilson DE, Tait RG Jr. Use of ultrasound to predict body composition changes in steers at 100 and 65 days before slaughter. *J. Anim. Sci.* 2004; 82:1621-1629.

ZINN RA, Barreras A, Owens FN, Plascencia A. Performance by feedlot steers and heifers: Daily gains, mature weight, dry matter intake, and dietary energetics. *J. Anim. Sci.* 2008; 86:2680-26.

ESPACIO PARA PUBLICIDAD



SISTEMAS SUPERIORES PECUARIOS SPR

Ganadería El Refugio
División Animales de Registro



DR SERGIO MARTÍNEZ GONZÁLEZ
RESPONSABLE Y ASESOR
sergiotepic@hotmail.com

**Ganado Katahdin con y sin Registro.
Registro SEDER-NAYARIT 9166.
Clave de Unidad de Producción Pecuaria 18-017-2240-001.
Hato libre de Brucelosis.**

**3.4 kg peso/cría/nacimiento
2.8 corderos/destetados/oveja/año
66 kg destetados/oveja/año**



Visítanos en: www.sisupe.org

<http://tepic.olx.com.mx/venta-ovinos-borregos-mentales-katahdin-mexico-nayarit-iiid-131485067>

Para Ventas Llamar al 311 1221626

Sra. Fabiola Orozco Ramirez y Dr Sergio Martínez González