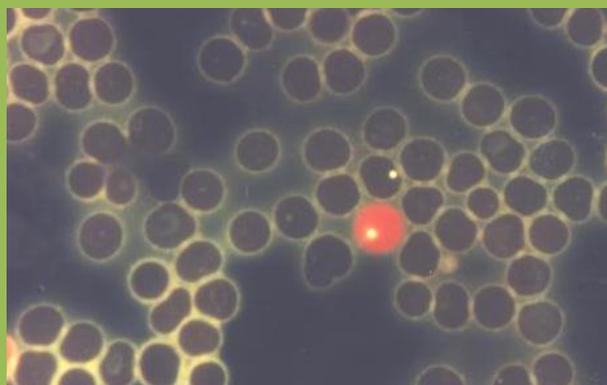


ABANICO VET 2(2) MAYO 2012

ISSN 2448-6132



ABANICO
VETERINARIO®



Indizada en
IMBIOMED, REVIVEC y LATINDEX



\$100.00

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, 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 en enero, mayo y septiembre. Es editada por Sistemas Sustentables Pecuarios. 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.

CINTILLO LEGAL

Abanico Veterinario, Volumen 2, No. 2, Febrero-Mayo 2012, Publicación cuatrimestral editada por Sergio Martínez González, Calle Tezontle 171, Colonia El Pedregal, Tepic, Nayarit, México, C.P. 63164, Tel 01 311 1221626, www.sisupe.org/abanicoveterinario, 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, 18 de Julio de 2012.

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.

© Copyright

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

DIRECTORIO

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 CIMAGT, CUBA.

ALEJANDRO A GÓMEZ DANÉS UAN, MEX.

CARLOS A GONZÁLEZ MORTEO UAN, MEX.

DAVID ÁVILA FIGUEROA UDG, MEX.

ESAUL JARAMILLO LÓPEZ UACJ, MEX.

ESPERANZA HERRERA TORRES UJED, MEX.

FERNANDO FORCADA MIRANDA UNIZAR, ESPAÑA.

FRANCISCO J LAGOS NAVARRETE UDG, MEX.

GIANNI BIANCHI OLASCOAGA UDELAR. Fac.Agr. EEMAC, UY.

JORGE A CUÉLLAR ORDAZ, FES CUAUT. UNAM, MEX.

JORGE AGUIRRE ORTEGA UAN, MEX.

JORGE LUIS TÓRTORA PÉREZ UNAM, MEX.

OMAR FRANCISCO PRADO REBOLLEDO UCOL, MEX.

SIGFREDO FM TORRES SANDOVAL SEP-JALISCO, MEX.

SOCORRO M SALGADO MORENO ESC. ESP. INGLES KIPLING, MEX.

ULISES MACÍAS CRUZ UABC, MEX.

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.

CONTENIDO/ CONTENT

Editorial 6

Indicaciones para los autores 7

Editorial Policy

Adquisición de Abanico Veterinario 9

Journal Abanico Veterinario acquisition

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

Relación del peso y edad a la pubertad, desarrollo testicular y características seminales en corderos Rambouillet 10

Relation of weight and age at puberty, testicular development and seminal characteristics in Rambouillet lambs

Morón-Cedillo Felipe de Jesús, Ochoa-Cordero Manuel Antonio, Trejo-González Arturo, Díaz-Gómez Marta Olivia

Inducción de estro en cabras de raza Boer con esponjas caducadas y CIDR reciclado 17

Estro induction in boer goat with **expired** sponge and recycled CIDR

Hernández Ballesteros Juan Antonio, Pessoa Guerra María Madalena, Gómez Gurrola Agapito, Benítez Meza José Alfredo, Navarrete Méndez Raúl

Desempeño al parto y al destete de ovejas Pelibuey y sus cruzas con Romanov sincronizadas con progestágenos y diferentes dosis de eCG 25

Performance lambing and weaning of ewes Pelibuey and Romanov crosses with synchronized with progestins and different doses of eCG

Ponce Covarrubias José Luis, Macías Cruz Ulises, Álvarez Valenzuela Francisco Daniel, Sandoval Torres Mario Alberto, Avendaño Reyes Leonel, Águila Tepato Edwin

REVISIÓN DE LITERATURA

Función y mecanismo de la leptina en los rumiantes 33

Function and mechanism of leptin in ruminants

Esperanza Herrera Torres, Manuel Murillo Ortiz

La prueba de micronúcleos en sangre como bioindicador de genotóxicos 43

Micronucleus blood test as genotoxic biomarker

Cedano Díaz Antonio, Martínez González Sergio, Escalera Valente Francisco, Salgado Moreno Socorro, Carrillo Díaz Fernando, Macías Coronel Humberto, Peña Parra Bladimir

EDITORIAL

Es importante mencionar que la revista ABANICO VETERINARIO celebró convenio de colaboración con la Fundación Científica y Cultural Isidro Fabela Alfaro A.C. esto nos compromete a seguir con más entusiasmo y dedicación con el trabajo editorial.

No nos queda más que agradecer 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 a estudiantes, profesores, investigadores, profesionistas de la empresa privada o gubernamentales de esta área que usen para leer y escribir este medio de difusión, de nuevo muchas gracias.

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.- Todas las referencias deberán tener un documento de respaldo impreso o electrónico y registrado en algún organismo. 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.
- 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.

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. All references should have a support text or electronic format and should be registered in an institution. 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.
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.

ADQUISICION 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.

RELACIÓN DEL PESO Y EDAD A LA PUBERTAD, DESARROLLO TESTICULAR Y CARACTERÍSTICAS SEMINALES EN CORDEROS RAMBOUILLET
RELATION OF WEIGHT AND AGE AT PUBERTY, TESTICULAR DEVELOPMENT AND SEMINAL CHARACTERISTICS IN RAMBOUILLET LAMBS

Morón-Cedillo Felipe de Jesús¹, ¹Ochoa-Cordero Manuel Antonio¹, Trejo-González Arturo², Díaz-Gómez Marta Olivia¹

¹Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. ²FES-Cuautitlán Izcalli, UNAM.

RESUMEN

Con el objeto de determinar la correlación entre diversos factores involucrados con la presentación de la pubertad, se utilizaron 18 corderos Rambouillet destetados a los 60 días de edad, con un peso de 24.27 ± 3.5 kg. A partir del desprendimiento de la prolongación uretral, se inició la extracción del semen para su análisis cuantitativo (volumen y concentración) y cualitativo (morfología y motilidad), cada 14 días hasta la presentación de la pubertad. Las medidas de la circunferencia y diámetro testicular se iniciaron a los 3 meses de edad y después cada 14 días, hasta la presentación de la pubertad; de igual manera se hizo con el peso de los corderos. Se presentó una correlación positiva ($P < 0.01$) entre el peso de los corderos con la circunferencia escrotal ($r = 0.56$), la circunferencia escrotal con el diámetro testicular ($r = 0.72$), el diámetro testicular ($P < 0.05$) con la motilidad espermática ($r = 0.51$) y entre el volumen del eyaculado ($P < 0.05$) con la motilidad espermática ($r = 0.53$). Por otro lado, se encontró una correlación negativa ($P < 0.01$) entre los porcentajes de espermatozoides normales y las malformaciones primarias ($r = -0.94$) y secundarias ($r = -0.60$). La estrecha relación de algunas características reproductivas con la edad y peso de los corderos a la pubertad y entre ellas mismas. La venta de corderos para sementales entre los 6-7 meses de edad, requiere de este tipo de pruebas.

Palabras clave: características reproductivas, corderos Rambouillet, desarrollo corporal y pubertad.

¹Manuel Antonio Ochoa-Cordero, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Apartado Postal 32. San Luis Potosí, S.L.P., México. simba646@hotmail.com

Recibido: 24/02/2012 Aceptado: 25/04/2012

ABSTRACT

In order to determine the correlation between different factors involved with the onset of puberty, 18 Rambouillet weaned lambs with 60 days of age and weighing 24.27 ± 3.5 kg were used. After detachment of the urethral extension the semen extraction began for quantitative analysis (volume and concentration) and qualitative (morphology and motility) each 14 days until the onset of puberty. Measurements of testicular circumference and diameter began at 3 months and then every 14 days until the onset of puberty, in the same way was done with the weight of the lambs. There was a positive correlation ($P < 0.01$) between the weight of the lambs and scrotal circumference ($r = 0.56$), scrotal circumference and testicular diameter ($r = 0.72$), between the testicular diameter ($P < 0.05$) and sperm motility ($r = 0.51$), and the volume of the ejaculate ($P < 0.05$) and sperm motility ($r = 0.53$). On the other hand, there was a negative correlation ($P < 0.01$) between the percentages of normal sperm and primary ($r = -0.94$) and secondary ($r = -0.60$) malformations. The close relationship between some reproductive characteristics with age and weight of lambs at puberty and among themselves, as well as the sale of lambs for stallion between 6-7 months of age requires this type of evidence.

Keywords: reproductive characteristics, Rambouillet lambs, body growth, puberty.

INTRODUCCIÓN

La venta de corderos a los 6 meses de edad, es una de las actividades económicas más importantes en las explotaciones de ovinos del país dedicadas a la producción de sementales de registro. Actualmente, la única prueba que se solicita es la de fertilidad; mediante un análisis cuantitativo del semen. Un parámetro confiable para la selección de machos aptos para la reproducción por su alta correlación con el peso testicular, es la medición de la circunferencia escrotal (Celis *et al.*, 1987).

Esta misma se ha correlacionado más con el peso que con la edad (Salhab *et al.*, 2001). Por otro lado, en ovinos como en la mayoría de las especies, la calidad del semen está directamente relacionada con la edad; encontrándose una alta correlación de la fertilidad con la motilidad progresiva, la concentración y el porcentaje de anomalías espermáticas (Courot y Ortavant, 1981). Asimismo, Trejo *et al.* (1990) encontraron que el volumen del semen se correlaciona significativamente con la concentración espermática, el total de espermatozoides y la motilidad progresiva.

En México, no existe suficiente información sobre la presentación de la pubertad, crecimiento testicular y características seminales en corderos Rambouillet, que nos permita hacer una selección de los sementales a partir de esa etapa. El desarrollo

sexual de los corderos está más relacionado con el crecimiento corporal, que con la edad cronológica (Dyrmunsson y Lees, 1972; Dyrmunsson, 1973).

El objetivo de este trabajo, fue determinar la correlación existente entre diversos factores que están involucrados en la presentación de la pubertad en corderos de la raza Rambouillet en México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización

El trabajo se realizó en la Unidad Ovina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ubicada en el ejido Palma de la Cruz del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. en el Km 14.5 de la carretera San Luis Potosí–Matehuala; ubicado a 22° 14' 10" latitud norte y 100° 51' longitud y a una altura de 1835 msnm, con clima seco frío, temperatura media anual de 17.8° C y precipitación media anual de 271 mm (García, 1973).

Unidades experimentales

Se utilizaron 18 corderos de la raza Rambouillet destetados a los 60 días de edad, con un peso 24.27 ± 3.5 kg. Los corderos se alimentaron con una ración a base de granos enteros (Sorgo 33%, Cebada 50%, Pasta de soya 15%, Bicarbonato de sodio 1.5% y Microminerales 0.5%), suministrando inicialmente de 300-400 g/animal/día, de acuerdo a sus requerimientos nutritivos (NRC, 1985). Se les aplicó una vacuna de siete cepas contra bacterias de clostridium y se aplicó un producto contra parásitos gastrointestinales.

Presentación de la pubertad

Para verificar la presentación de la pubertad, los corderos se revisaron diariamente a partir de los 60 días; al observar el desprendimiento de la prolongación uretral, e iniciar la extracción del semen por medio del electroeyaculador, para su análisis cuantitativo (volumen y concentración) y cualitativo (morfología y motilidad), realizándose cada 14 días, hasta la presentación de la pubertad. De igual manera, se registró el peso de los corderos cada 14 días la presentación de la pubertad. De acuerdo con Mukasa *et al.* (1992) se considera como criterio de inicio de la pubertad en los corderos una concentración de 50×10^6 de espermatozoides eyaculados. Las mediciones de la circunferencia de los testículos se realizaron con una cinta métrica de plástico y el diámetro testicular se midió con un vernier; dichas mediciones iniciaron a los 3 meses de edad de los corderos y después cada 14 días, hasta la presentación de la pubertad.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se efectuó con el paquete estadístico “R” (Ihaka y Gentleman, 1996). Se realizó un análisis de correlación entre las variables peso y días a la pubertad, desarrollo testicular (circunferencia escrotal y diámetro testicular) y las características seminales (volumen, concentración, motilidad, espermas normales y malformaciones primarias y secundarias) mediante el coeficiente de correlación de Pearson’s.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los coeficientes de correlación entre las variables estudiadas en corderos Rambouillet a la pubertad.

Se presentó una correlación significativa y positiva ($P < 0.01$); entre el peso de los corderos, con la circunferencia escrotal ($r=0.56$); presentándose aspectos similares, en corderos de la raza Awassi, con edad de 2–3 meses de inicio, donde los incrementos más altos en los parámetros testiculares se presentaron a la edad de 7 a 10 meses, con un peso de 34.6 kg.

Tabla 1. Correlación de los parámetros peso, edad, desarrollo testicular y calidad seminal en corderos Rambouillet a la pubertad

	Edad	Circunferencia	Diámetro	Volumen	Concentración	Motilidad	Espermas Normales	Malformaciones Prim	Sec
Peso (kg)	-0.03	0.56**	0.32	0.39	0.20	0.32	-0.15	0.14	0.10
Edad (días)		-0.36	-0.20	0.03	-0.29	-0.22	0.26	-0.18	-0.31
Circunferencia (cm)			0.72**	0.16	-0.02	0.41	-0.08	0.20	-0.24
Diámetro (cm)				0.20	0.19	0.51**	-0.03	0.16	-0.29
Volumen (ml)					0.36	0.53**	0.21	-0.21	-0.10
Concentración (x106)						0.35	0.02	-0.08	0.13
Motilidad (%)							0.05	0.04	0.04
Espermas normales (%)								-0.94**	-0.60**
Malformaciones primaria (%)									0.30

** ($P < 0.01$)

Por su parte, Salhab *et al.*, 2001 reportan una correlación entre el desarrollo testicular (largo, ancho, circunferencia y volumen), con la edad y peso corporal ($P < 0.01$) ($r=0.68$ a 0.97); donde el desarrollo testicular fue afectado más por el peso, que por la edad de los corderos.

En corderos raza Pelibuey, con edades de menos de 1 y mayores de 2 años, se encontraron correlaciones altas, ($P < 0.01$) entre el peso corporal con la circunferencia y diámetros testiculares, para los tres grupos de edades ($r = 0.88-0.98$); determinando que la circunferencia escrotal, es un parámetro confiable para la selección de machos aptos para la reproducción por su alta correlación con el peso corporal (Celis *et al.*, 1987).

El desarrollo testicular en corderos jóvenes, sigue una curva sigmoidea con dos fases distintas y se relaciona mejor con el peso corporal, que con la edad (Matos y Thomas, 1992). Es así, como el crecimiento testicular es lento del segundo al tercer mes del nacimiento, se acelera al iniciar la espermatogénesis (4-5 meses); la cual se relaciona más con la edad fisiológica, que con la edad cronológica; y después de alcanzar la pubertad se hace lento otra vez (Dyrmundsson, 1973).

De acuerdo a Notter *et al.* (1981) en los borregos la circunferencia escrotal es fácil de medir y es un indicador confiable del peso testicular; además, probablemente es el criterio físico y genético para aumentar la eficiencia reproductiva en las hembras (Walkley y Smith, 1980). El peso del animal presenta una relación muy próxima ($P = 0.09$) con el volumen del eyaculado ($r = 0.39$).

En machos cabrios de diferentes razas, se encontró un coeficiente de correlación similar ($r = 0.35$); siendo en este caso significativo ($P < 0.01$) (Chauhan e Israel, 1992). Se presentó una correlación positiva ($P < 0.01$) entre la circunferencia escrotal con el diámetro testicular ($r = 0.72$). Se sabe que la alta correlación que existe de ambos parámetros con el peso, los hace indicadores confiables del peso testicular, el cual a su vez, representa el tamaño testicular (Notter *et al.*, 1981).

En corderos Awassi con edades de 2-3 meses de inicio, las medidas testiculares (circunferencia, diámetro, volumen y longitud), se correlacionaron ($p < 0.01$) entre sí ($r = 0.68-0.97$); con un incremento progresivo de acuerdo a peso, más que con la edad (Salhab *et al.*, 2001). Tanto el diámetro testicular como el volumen del eyaculado, se relacionaron ($P < 0.05$) con la motilidad espermática. A su vez, el perímetro testicular presenta estrecha relación con la motilidad espermática ($r = 0.40$; $P = 0.08$).

Salazar *et al.* (1987) en cabritos de 75 días de edad, tuvieron correlación ($P < 0.01$) entre la circunferencia escrotal, con la motilidad progresiva ($r = 0.61$), concentración espermática ($r = 0.43$), anomalías secundarias ($r = 0.33$) y primarias ($P < 0.05$) ($r = 0.20$). En la misma especie, Trejo *et al.* (1990) encontraron que el volumen del semen se correlacionó ($P < 0.01$) con la concentración espermática ($r = 0.22$), total de espermatozoides ($r = 0.93$) y la motilidad progresiva ($r = 0.90$); presentándose una

correlación negativa ($P < 0.01$) entre los porcentajes de espermatozoides normales y las malformaciones primarias ($r = -0.94$) y secundarias ($r = -0.60$).

A mayor producción de espermatozoides normales, menor es el porcentaje de malformaciones; tanto primarias como secundarias. En sementales Merino, las anomalías primarias se correlacionaron ($P < 0.01$) con las anomalías secundarias ($r = 0.78$) Gontró *et al.* (1987). En la pubertad, la calidad y la cantidad de los espermatozoides en el eyaculado del carnero es pobre, ya que presentan una baja motilidad y con alto contenido de espermatozoides muertos y anormales (Dyrmundsson y Less, 1972).

CONCLUSIÓN

La estrecha relación de algunas características reproductivas con edad y peso de los corderos a la pubertad, y entre ellas mismas; así como la venta de corderos para sementales entre los 6-7 meses de edad requiere de este tipo de pruebas.

LITERATURA CITADA

CELIS GJP, Rodríguez ROL, Quintal FJA. 1987. Correlaciones entre circunferencia escrotal y algunas medidas zoométricas con el peso testicular en borregos Pelibuey. *Técnica Pecuaria México* 25:85-93.

CHAUHAN FS, Israel SH. 1992. Testicular size and semen characteristics in bucks. *Recent Advances in Goats Production*. pp. 1046-1051.

COUROT M, Ortavant R. 1981. Endocrine control of spermatogenesis in the ram. *Journal Reproduction Fertility Supplemental* 30:47-60.

DYRMUNDSSON OR, Lees JL. 1972. Puberal development of Clun Forest ram lambs in relation to time of birth. *Journal Agriculture Science (Cambridge)* 79:83-89.

DYRMUNDSSON OR. 1973. Puberty and early reproductive performance in sheep. *Animal Breeding Abstract* 41:419-430.

GARCÍA E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246p.

GONTRÓ P, Pérez R, López P, Sosa F. 1987. Evaluación de las características espermáticas, circunferencia escrotal y libido de carneros Merino durante el primer semestre del año en Querétaro. Memoria XXI Reunión Nacional de Asociación

Mexicana de Producción Animal. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamps., Méx. p.126.

IHAKA R, Gentleman R. 1996. R: A language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics* 5:209-314.

MATOS CAP , Thomas DL. 1992. Physiology and genetics of testicular size in sheep: a review. *Livestock Production Science* 32(1): 1-30.

MUKASA E, Mugerwa E, Ezaz Z. 1992. Relationship of testicular growth and size to age, body weight and onset of puberty in Menz ram lambs. *Theriogenology* 38(5):979-988.

NOTTER DR, Lucas JR, McClaugherty FS. 1981. Accuracy of estimation of testis weight from *in situ* testis measures in ram lambs. *Theriogenology* 15:227.

N.R.C. 1985. Nutrient requirements of sheep. Sixth revised Edition. National Academic Press. Washington, D.C. 99 p.

SALAZAR CE, Reyes RJL, García LJR, Trejo GA. 1987. Correlaciones entre el desarrollo corporal, el tamaño testicular, la calidad seminal y la concentración hormonal en cabritos tratados con andrógenos y gonadotropinas antes de la pubertad. III Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. pp. 28-35.

SALHAB SA, Zarkawi M, Wardeh MF, Al-Masri MR, Kassem R. 2001. Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age, body weight and parental size in growing Awassi ram lambs. *Small Ruminant Research* 40(2):187–191.

TREJO GA, González PE, Vásquez PC. 1990. Características reproductivas estacionales en el macho de cinco razas en el altiplano mexicano. II. Características seminales. *Memorias III Congreso Nacional de Producción Ovina*. pp.198-210.

WALKLEY JRW, Smith C. 1980. The use of physiological traits in selection for litter size in sheep. *Journal Reproduction Fertility*. p. 59: 83

INDUCCIÓN DE ESTRO EN CABRAS DE RAZA BOER CON ESPONJAS CADUCADAS Y CIDR RECICLADO

ESTRO INDUCTION IN BOER GOAT WITH EXPIRED SPONGE
AND RECYCLED CIDR

² **Hernández Ballesteros Juan Antonio¹, Pessoa Guerra María Madalena², Gómez Gurrola Agapito¹, Benítez Meza José Alfredo¹, Navarrete Méndez Raúl¹**

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

²Departamento de Medicina Veterinaria, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la inducción de estro en cabras de raza Boer utilizando esponjas caducadas y CIDR reciclado. Las hembras fueron agrupadas en dos lotes, el primer grupo con 19 hembras se les insertó individualmente una esponja que contenía 40 mg de acetato de flurogestona que tenía seis años de caducidad. El segundo lote de 12 cabras, se les colocó el dispositivo CIDR; los dos tratamientos permanecieron en la vagina de las cabras durante 12 días. Después de 12, 24, 36, 48 y 60 horas del retiro de las esponjas y del dispositivo CIDR las cabras fueron puestas en presencia de un macho adulto al cual se le colocó un mandil con la finalidad de verificar si las hembras presentaban estro por efecto de los tratamientos hormonales, los datos fueron analizados con prueba no paramétrica para K muestras independientes de Kruskal y Wallis. Los resultados fueron los siguientes ($P < 0.05$), se obtuvo un promedio de 90.32% de hembras que presentaron estro, de las cuales el 89.47% fue para las hembras tratadas con esponjas recicladas y el 91.67% para las hembras que se trataron con el CIDR. A las 24 horas existió diferencia estadística ($P < 0.05$) siendo de un 5.26% para las hembras que se les puso esponja y 50% a las que se les aplicó CIDR con un promedio de 22.58 %. A las 48 horas no existió diferencia ($P > 0.05$) siendo de 88.89 % y 83.33 % para las hembras que se les aplicó esponja y CIDR respectivamente. Se concluye que a pesar de haber utilizado tratamientos hormonales reciclados y caducados ambos protocolos estudiados mostraron ser eficientes en la inducción de estro en cabras de la raza Boer.

Palabras clave: Inducción, estro, esponjas caducadas, CIDR reciclado.

²Juan Antonio Hernández Ballesteros, 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 jhernandezballesteros@yahoo.com.mx

Recibido: 11/03/2012 Aceptado: 20/05/2012

ABSTRACT

The objective was evaluate the estrous induction in Boer goat with an outdated sponge and recycled CIDR. The goats were grouped in two treatments, the first with 19 goats with a sponge with 40 mg of fluorogestone acetate with a sponge that had expired six years ago. The second group of 12 goats was fitted with the CIDR; both treatments remained in the goat's vagina for 12 days. After 12, 24, 36, 48 and 60 hours after removal of the sponges and CIDR the goats were exposed with an adult goat to check the estrous presence by effect of the hormonal treatments; the results were analyzed with not parametric test Kruskal and Wallis. The results were ($P>0.05$), 90.32% in average goats in estrous, 89.47% was for goats with outdated sponge and 91.67% was for goats with recycled CIDR. There were statistic differences in the 24 hours ($P<0.05$) 5.26% by sponge and 50% by CIDR with 22.58% in mean. No statistics differences were found in the 48 hours ($P>0.05$) 88.89% and 83.33% for goats with outdated sponge and CIDR respectively. It is concluded that despite of have used hormone treatments recycled and outdated both protocols studied proved to be efficient in inducing estrus in Boer goats.

Keywords: induction, estrous, outdated sponge, recycled CIDR.

INTRODUCCIÓN

La producción de cabras tiene bajos niveles de productividad, tanto en la carne y leche. Dentro de este marco, es importante la adopción de biotecnologías reproductivas para aumentar la eficiencia de la producción de animales y promover el rápido crecimiento de la calidad genética del rebaño. El éxito de cualquier sistema de producción animal depende principalmente de la capacidad reproductora del hato. Para la producción de carne, leche u otros productos animales, es necesario que los animales se reproduzcan de manera eficiente (Jeferson *et al.*, 2005).

La sincronización del estro ha sido ampliamente utilizada como una herramienta para ayudar en los programas de inseminación caprina. La inducción y sincronización del estro y la ovulación son prácticas importantes de control reproductivo, especialmente cuando se aplica en animales de temporada como las cabras, permiten la manipulación reproductiva, centrándose las actividades de la manada, como la inseminación artificial o monta natural y época de nacimiento, lo que facilita el manejo reproductivo. También proporcionan una planificación de la producción y el suministro de carne y leche (Amorim *et al.*, 2008).

El celo ovino y caprino se puede sincronizar farmacológicamente con $\text{PGF}_2\alpha$, o progesterona. Generalmente se utilizan dispositivos intravaginales con progesterona,

esponjas o CIDR (Controlled Internal Drog Release), la ventaja de los dispositivos intravaginales es que permiten sincronizar el celo fuera de época reproductiva. Los dispositivos intravaginales conservan un porcentaje de droga activa. En experimentos se determinó que las esponjas mantenían un tercio (25-41 %) de la hormona una vez usadas (Mc. Donell, 1985). Otros investigadores reportan niveles de $2.2 \pm 0.5 \mu\text{g}$ presentes en el CIDR después de 12 días de colocado (Scudamore *et al.*, 1993).

Tanto la esponja intravaginal como el CIDR han sido utilizado como un proceso de inducción de estro. En protocolos tradicionales, los progestágenos son aplicados por periodos largos (>11 días). Sin embargo, la permanencia del dispositivo por periodos largos ha sido asociada a una baja fertilidad por promover cambios en el transporte de los espermatozoides, además de la aparición de la ovulación con ovocitos de baja calidad (Mihm *et al.*, 1994).

Los métodos para sincronizar el estro se han desarrollado y utilizado en la cabra para facilitar y hacer más eficiente el manejo reproductivo (Maffili *et al.*, 2005; Leite *et al.*, 2006). La sincronización se basa en el acortamiento de la fase lútea, el uso de agentes luteolítico o la prolongación de esta fase por medio de dispositivos de liberación lenta de progesterona. Protocolos con períodos de uso de los dispositivos (CIDR o esponja) menos de nueve días han tenido éxito (Rubianes y Menchaca, 2003; Amorín *et al.*, 2008).

Para la inducción o sincronización del estro, se recomienda que el dispositivo permanezca en la vagina de la cabra de 14 a 17 días, a pesar de los buenos resultados que se han obtenido utilizando el producto por períodos de 18 a 21 días (Greyling y van der Nest, 2000) o incluso cinco, siete o 12 días (Rubianes *et al.*, 1998).

En base a experiencias previas con el reciclado del CIDR concluyen que el resultado con CIDR nuevos o con un uso previo es el mismo (Devincenzi *et al.*, 1995).

El objetivo del presente trabajo fue la inducción de estro en cabras de raza Boer utilizando tratamientos de esponjas caducadas y CIDR reciclado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sitio

El presente trabajo se realizó en la granja de producción de ovinos y caprinos de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAMVZ- UAN), área que se encuentra ubicada en la Ciudad de Compostela, Nayarit., en el kilómetro 3.5 de la carretera de cuota Compostela - Chapalilla, localizada geográficamente al suroeste del estado de Nayarit, a una altitud de 1,021 msnm, con

una temperatura media anual de 22°C, con un clima semicálido - subhúmedo (AcW), con lluvias en verano y una precipitación pluvial de 900 mm (SPPGEN, 1996).

Animales

El presente trabajo se realizó durante el mes de mayo de 2011, en el cual se utilizaron 31 cabras de la raza Boer maduras sexualmente, clínicamente sanas, de edades comprendidas entre tres y cuatro años y una condición corporal de tres. Mismas que fueron alimentadas con una dieta isocalórica (2.780 Mcal EM/Kg) e isoproteicas (16 % Proteína Cruda), integrada con rastrojo de maíz, harina de soya, canola, grano de maíz molido, urea y minerales.

Tratamientos

Las hembras fueron agrupadas en dos tratamientos: T1 con 19 hembras se les insertó una esponja con 40 mg (antes de caducar) de acetato de fluorogestona que tenía seis años de caducidad, y el T2 con 12 cabras, a las cuales se les colocó el dispositivo CIDR reciclado (con uso previo de 12 días, con progesterona no determinada).

Los CIDR reutilizados fueron enjuagados bajo un chorro suave de agua potable luego de su primer uso, secados al aire, y guardados en bolsas de polietileno en refrigeración hasta su segundo uso.

Para la aplicación de los tratamientos, se procedió a limpiar cuidadosamente la zona perivulvar, enseguida se colocó la esponja o el CIDR en un aplicador al cual se le puso lubricante y se introdujo suavemente por la vulva hasta llegar al fondo de la vagina donde fue depositado y permaneció por un tiempo de 12 días. A ninguno de los dos tratamientos se administró Prostaglandina F dos alfa, ni Gonadotropina Coriónica Equina para mejorar la inducción del estro ya que solo se pretendía observar el efecto de las esponjas que ya habían caducado y de los implantes CIDR reciclados sobre la presentación de celos en cabras de la raza Boer.

Análisis estadístico

Después de 24 y 48 horas del retiro de las esponjas y del CIDR las cabras fueron puestas en presencia de un macho adulto al cual se le colocó un mandil con la finalidad de verificar si las hembras presentaban estro por efecto de los tratamientos hormonales. Todas las hembras que manifestaron signos de estro frente al macho se anotaron en un registro y la hora de manifestación, siendo las variables, estro a las 24, 48 horas y total de hembras que presentaron estro. Los datos se analizaron con prueba no paramétrica para K muestras independientes de Kruskal y Wallis.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Al comparar los resultados de los dos tratamientos (T1= esponja con 40 mg de acetato de flurogestona y el T2= CIDR) se encontró que no hubo diferencia estadística significativa ($P > 0.05$), se obtuvo un promedio de 90.32% de hembras que presentaron estro, de las cuales el 89.47% fue para las hembras tratadas con esponjas recicladas y el 91.66% para las hembras que se trataron con el CIDR, ver Tabla 1.

Referente a la hora de presentación del celo a las 24 horas existió diferencia estadística ($P < 0.05$) siendo de un 5.26% para las hembras que se les colocó esponja y 50% a las que se les aplicó CIDR con un promedio de 22.58 %. A las 48 horas no existió diferencia ($P > 0.05$) siendo de 88.89 % para las hembras que se les aplicó esponja y 83.33 % para las hembras que se les trató con CIDR, obteniendo con un promedio de 87.5%, ver Tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de cabras que presentaron estro al ser sincronizadas con esponjas caducadas y CIDR reciclado a las 24, 48 horas y total

Tratamiento	n	24 h	%	n	48 h	%	Neg	%	n	Total	%
Esponja	19	1	5.26 ^b	18	16	88.89 ^a	2	10.52	19	17	89.47 ^a
CIDR	12	6	50.00 ^a	6	5	83.33 ^a	1	8.33	12	11	91.67 ^a
Total	31	7	22.58	24	21	87.5	3	9.68	31	28	90.32

^{ab} Literales con letra diferente en columnas existe diferencia significativa ($P < 0.05$).

24 h, 48 h y total = Número de hembra que entraron en estro a las 24 horas, 48 horas y total.

Neg = Número de hembras que no presentaron estro.

Los CIDR pueden ser reusados para sincronizar celos y superovular ovejas con iguales resultados que los nuevos, pero con mayor dispersión de celos, los CIDR reusados son levemente menos efectivos que los nuevos para sincronizar dadoras y receptoras de embriones. Para servicio natural o inseminación artificial es de gran valor por su reducción en 50 % de los costos (Devincenzi *et al.*, 2005).

Maffili *et al.*, (2006), reportan valores del 100% de presentación de calores al emplear tratamientos con esponjas intravaginales impregnadas con 60 mg de medroxiprogesterona y con CIDR, además de 50 µg de análogo sintético de d-loprostenol (PGF) y 250 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG), presentando el estro después de las 35 horas de haber retirado los dispositivos. Aunque los valores son mayores a los que se obtuvieron en el presente trabajo, los resultados son buenos ya que esta diferencia se pudo haber tenido por el efecto del uso de la prostaglandina y la eCG, además se debe considerar que en el experimento los tratamientos hormonales estaban caducados y el otro reciclado.

Kawate *et al.*, (2002), obtuvo valores de 42.9 y 83.3% de presentación de calores al utilizar CIDR como método de inducción de estro y presentándose las manifestaciones de calor después de las 35 y 50 horas una vez retirado los tratamientos hormonales, datos que son muy similares a los que se obtuvieron en el presente estudio.

Jorrat *et al.*, (2008), obtuvieron un promedio de 96.8 de presentación de celo al utilizar esponja intravaginal con 60 mg de acetato de medroxiprogesterona mas 325 UI de eCG y 38 µg d-cloprostenol el día 12 al momento del retiro de la esponja. Este valor es similar al que se reporta en la presente investigación.

Amorin *et al.*, (2008), realizaron un estudio de sincronización de estro empleando CIDR por cinco días más la aplicación de prostaglandina, reportando un promedio de 80.8% de presentación de celos, valor ligeramente inferior al reportado en la presente investigación.

CONCLUSIÓN

A pesar de haber utilizado tratamientos hormonales reciclados y caducados ambos protocolos estudiados mostraron ser eficientes en la inducción de estro en cabras de raza Boer, manifestando signos clínicos de celo después de 48 horas de haber retirado los tratamientos hormonales.

LITERATURA CITADA

AMORIN EAM, Torres CAA, Fonseca JF. 2008. Sincronização de estro com CIDR reutilizado em cabras lactantes da raça Toggenburg tratadas com somatotropina bovina recombinante (r-bST). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 60: 51-57.

DEVINCENZI, JCB, Algorta M, García PH, Caorsi CA, Gatica R, Correa JE. 2005. Utilización de un Dispositivo Intravaginal con Progesterona: Efectos Sobre la Sincronización de Celos y Respuesta Superovulatoria en Ovejas Corriedale en Uruguay. *Vet-Uy* 020.

DEVINCENZI JCB, Gatica R, Correa JE. 1995. Efecto de la reutilización de un dispositivo intravaginal con progesterona sobre la sincronización de celo e inducción de superovulación en ovejas. XX Reunión Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA), Coquimbo, Chile.

FERREIRA FJ, Valério MV, Maia BA, Espeschit JBC, Zorzi BP, Miranda OR, Leite PAG. 2005. Desempenho reprodutivo de cabras alpinas tratadas com hCG cinco días após o acasalamento. *R. Bras. Zootec.* 34: 2.

GREYLING JPC, Van Der Nest M. 2000. Synchronization of oestrus in goats: dose effect of progestagen. *Small Ruminant. Res.* 36: 201-207.

JORRAT JJ, De la Vega AC, Hernández ME, Fernández JL, Holgado FD. 2008. Evaluación de tratamientos hormonales para la sincronización del estro en cabras durante la primavera. *Revista Argentina de Producción Animal.* 28 Sup 1. 143 – 175.

KAWATE N, Yamazaki M, Tamada H, Inaba T, Sawada T. 2002. Effect of low dose of hCG on induction of fertility estrus in shiba goats pretreated intravaginally with progesterone during the early postpartum nursing period. *J. Repr. Develop.* 48: 497-504.

LEITE PAG, Carvalho GR, Rodríguez MT, Ruas JRM, Amorim EAM, Maffili VV. 2006. Indução da ovulação em cabras, fora da estação reprodutiva, com LH e GnRH e com estro induzido por progestágenos *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 58:3.

LEITE PAG, Carvalho GR, Rodríguez MT. 2006. Indução da ovulação em cabras, fora da estação reprodutiva, com LH e GnRH e com estro induzidos por progestágenos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 58: 360-366.

MAFFILI VV, Torres CAA, Bruschi JH, Fonseca JF, Viana JHM. 2006. Indução de estro em cabras da raça Toggenburg com dois diferentes dispositivos intravaginais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 58: 3.

MAFFILI VV, Torres CCA, Fonseca JF. 2005. Sincronização de estro em cabras da raça Saanen com esponja intravaginal e CIDR-G. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 57: 591-598.

MIHM M, Baguisi A, Boland R. 1994. Association between the duration of dominance of the ovulatory follicle and pregnancy rate in beef heifers. *J. Reprod. Fertil.* 102. 123-130.

RUBIANES E, Menchada A. 2003. The pattern and manipulation of ovarian follicular growth in goats. *Anim. Reprod. Sci.* 78: 271-287.

RUBIANES E, Castro T, Kmaid S. 1998. Estrus response after a short progesterone priming in seasonally anestrus goats. *Theriogenology.* 49: 356.

SIQUEIRA AP, Fonseca JF, Silva F, Bruschi JH, Viana JHM, Palhares MS, Bruschi MCM, Peixoto MP. 2009. Parâmetros reprodutivos de cabras Toggenburg inseminadas com sêmen resfriado, após diluição em meio à base de gema de ovo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 61: 2.

SIQUEIRA AP, Silva FJM, Fonseca JF. 2009. Taxa de concepção de cabras inseminadas com sêmen caprino resfriado a 5°C, por 12 ou 24 horas, em meio diluidor à base de gema de ovo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 61: 66-71.

SOUZA RS, Barbosa LP, Aguiar CS, Figueredo JJ, Ribeiro MO, Mendes CS, Almeida VF, Araújo RCSA, Pinheiro AM, Marques JA. 2011. Sincronização da ovulação utilizando FSH em substituição à eCG em cabras. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 63: 3.

Mc. DONNELL HF. 1985. Effects of progesterone-impregnated sponge treatment on peripheral plasma hormone levels and fertility in the cyclic ewe. *Theriogenology* 24:575-585.

SCUDAMORE CL, Robinson JJ, Aitken RP, Robertson YIS. 1993. The effect of method of oestrus synchronization on the response of ewes to superovulation with porcine follicle stimulating hormone. *Anim. Repr. Sci.* 34:127-133

**DESEMPEÑO AL PARTO Y AL DESTETE DE OVEJAS PELIBUEY Y SUS CRUZAS
CON ROMANOV SINCRONIZADAS CON PROGESTÁGENOS Y DIFERENTES
DOSIS DE eCG**

PERFORMANCE LAMBING AND WEANING OF EWES PELIBUEY AND ROMANOV
CROSSES WITH SYNCHRONIZED WITH PROGESTINS AND DIFFERENT DOSES
OF eCG

**Ponce Covarrubias José Luis, ³Macías Cruz Ulises, Álvarez Valenzuela Francisco
Daniel, Sandoval Torres Mario Alberto, Avendaño Reyes Leonel, Águila Tepato
Edwin**

Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California

RESUMEN

Fueron sincronizadas treinta y nueve ovejas (19; Pelibuey (Pb) y 20; Pelibuey x Romanov (PbRv) con un progestágeno sintético y dosis bajas de eCG (140 vs 280 UI) para evaluar su efecto sobre la tasa de supervivencia por oveja parida, tamaño y peso de camada por oveja parida. Se uso un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2 para analizar la información. Ninguna variable de respuesta fue afectada ($P>0.05$) por el genotipo, dosis de eCG ó interacción entre tratamientos. La interacción dosis de eCG x raza de oveja tendió a afectar el tamaño de camada por oveja parida a los 30 d port-parto ($P=0.0755$) la tasa de supervivencia por oveja parida a los 30 ($P=0.0755$) y 90 d ($P=0.0794$) post-parto. Se concluye que tanto en ovejas Pelibuey puras como cruzadas muestran adecuada eficiencia productiva cuando son sometidas a protocolos de sincronización de estro con progestágenos y dosis bajas de eCG. Por lo tanto, se recomienda aplicar dosis de 140 ó 280 UI para reducir los costos de producción de explotaciones ovinas.

Palabras Clave: Comportamiento, protocolos, sincronización, razas de pelo.

ABSTRACT

Were synchronized thirty-nine sheep (19; Pelibuey (Pb) and 20; Pelibuey x Romanov (PbRv) with a synthetic progestin and low dose of eCG (140 and 280 IU), the effect of survival rate per ewe lambing, litter size and weight of ewe treated and lambing. It used a completely randomized design with 2 x 2 factorial arrangement to analyze the data. None response variable was affected ($P>0.05$) by interaction between study factors per

³Ulises Macías Cruz, Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta, Ejido Nuevo León, C.P. 21705 Mexicali B.C. México. Ulisesmacias1988@hotmail.com

Recibido: 11/03/2012 Aceptado: 20/05/2012

dose x genotype main effect of eCG. The interaction of eCG dose x breed of sheep tended to affect litter size per ewe lambing at 30 d post-partum ($P= 0.0755$) survival rate per ewe lambing at 30 ($P=0.0755$) and 90 d ($P=0.0794$) post-partum. We conclude that both pure and cross Pelibuey show adequate production efficiency when subjected to estrus synchronization protocols with low-dose progestins and eCG. Therefore, it is recommended dose of 140 or 280 IU to reduce production costs of sheep farms.

Keywords: Behavior, protocols, synchronization, hair breeds.

INTRODUCCIÓN

Los programas de sincronización estral son una herramienta reproductiva (para sincronizar e inducir el estro) ampliamente utilizada en México y el mundo, para reducir el efecto de estacionalidad, agrupar los partos en épocas de mayor valor económico en el mercado, así como una mayor disponibilidad de alimento (Galina *et al.*, 1996), e incrementar los kilogramos de cordero destetados por oveja tratada y parida (Macedo y Castellanos, 2004; Ponce *et al.*, 2011).

El tratamiento hormonal basado en hormonas sintéticas (progestágenos y gonadotropina coriónica equina; eCG) para sincronizar el estro es muy usado, debido a que ha mostrado mejorar la fertilidad, prolificidad y productividad de ovejas de pelo (Macías-Cruz *et al.*, 2009; Quintero-Elisea *et al.*, 2011) y lana (Barret *et al.*, 2004). No obstante, la dosis a aplicar de eCG no se ha podido estandarizar debido a la variabilidad de diversos factores; medioambientales, época del año, raza, condición corporal, estado fisiológico de la oveja (otros; González-Reyna *et al.*, 1999) vía de administración intramuscular ó subcutánea (Zelege *et al.*, 2005).

Emsen y Yaprak (2006), encontraron una tasa de supervivencia de un 85 % en camadas de ovejas Awassi y Red Karaman. El resultado obtenido puede estar influenciado por el manejo pre-parto y post-parto de la oveja y sus crías.

Por su parte, Zelege *et al.* (2005), reportaron tamaños de camada al destete inferiores (1.4 ± 0.2 crías/oveja) a los presentes, cuando sincronizó ovejas Dorper con esponjas intravaginales y 300 UI de eCG. Asimismo, Macías-Cruz *et al.* (2009), reportaron medias 5.37 kg y 29.7 kg de peso de camada al nacimiento y al destete por oveja parida, respectivamente, cuando sincronizaron ovejas Pb con esponjas impregnadas con 40 mg de FGA y 250 UI de eCG.

El uso de este protocolo de sincronización estral resulta caro, y esto por el empleo de dosis elevadas de eCG. Sin embargo, con el uso de dosis inferiores (140 ó 280 UI de eCG) a las recomendadas (400 UI de eCG) se lograría reducir los costos de este tratamiento hormonal, impactando directamente en la economía del productor.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dosis bajas de eCG, genotipo de la oveja sobre tasa supervivencia, tamaño y peso de camada por oveja parida.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Unidad Experimental Ovina del CBTA N° 42, ubicado en el Ejido Benito Juárez, Valle de Mexicali, Baja California. La región se caracteriza por presentar condiciones climáticas áridas con temperaturas extremas y baja frecuencia de lluvias (García, 1987). Se registran temperaturas máximas (50 °C) en verano y mínimas (bajo 0°C) en invierno, respectivamente. La precipitación media anual es de 84.5 mm y se presenta en los meses de Noviembre y Diciembre. El período experimental se extendió desde el 26 de julio del 2008 hasta el 13 de marzo del 2009.

Se utilizaron 39 ovejas multíparas 19 Pb puras y 20 Pb x Rv con un peso promedio inicial de 42 ± 9.82 kg y 3.0 ± 0.42 de condición corporal (CC; Russel *et al.*, 1969), las cuales fueron sincronizadas colocando una esponja intravaginal impregnada de 20 mg de acetato de fluorogestona (FGA; Chronogest, Intervet) por 12 d. Veinticuatro horas antes del retiro de las esponjas, las ovejas de cada genotipo se dividieron aleatoriamente en dos grupos para aplicarles una de las dos dosis de eCG: 1) 140 UI y 2) 280 UI. Finalizando el protocolo de sincronización, se volvieron a reagrupar las hembras por dosis de eCG, y 12 h post-retiro de la esponja, se expusieron a dos machos, (Dorper y Pb con un peso promedio de 71.5 ± 16.82 kg, y 3.5 ± 0.46 CC; respectivamente) durante 48 h, uno por grupo. Un total de dos montas fueron dadas a cada hembra con intervalo de 12 h entre una y otra. Se registraron las ovejas montadas y las paridas.

Desde el empadre hasta el parto, las ovejas se mantuvieron juntas en un corral con observación diaria para detectar posibles abortos ó problemas de salud. Antes de iniciar la fase experimental, las ovejas fueron vitaminadas (A, D, E y complejo B), desparasitadas (ivermectina) y despezñadas. La alimentación tanto de machos y hembras antes y durante el período experimental fue a base de heno de zacate sudan y alfalfa *ad libitum*. La disponibilidad de agua fue constante y a libre acceso.

Adicionalmente, al destete se registró el número de corderos vivos por oveja parida y el peso individual de estos corderos. A partir de esta información se calculó la tasa de supervivencia por oveja parida, el tamaño y peso de camada por oveja parida. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2, donde el modelo incluyó efectos fijos de dosis de eCG, genotipo de la oveja y la interacción entre factores. Todos los resultados se analizaron con el paquete estadístico SAS, (2004).

RESULTADOS

En los cuadros 1 y 2 se presentan los resultados del comportamiento productivo por efecto de dosis de eCG y genotipo de la oveja. Los factores principales y la interacción entre ellos no influyeron ($P > 0.05$) sobre la productividad de las ovejas paridas o sincronizadas a los 30, 60 y 90 d post-parto. No obstante, la interacción dosis de eCG x raza de oveja tendió a afectar el tamaño de camada por oveja parida a los 30 d post-parto ($P = 0.0755$) y la tasa de supervivencia por oveja parida a los 30 ($P = 0.0755$) y 90 d ($P = 0.0794$) post-parto (Tabla 1).

Las ovejas Pb tratadas con 280 UI y las Pb x Rv tratadas con 140 UI tendieron a presentar menor tamaño de camada a los 30 d post-parto y tasa de supervivencia por oveja parida a los 30 y 90 d post-parto, comparado con las ovejas Pb tratadas con 140 UI y Pb x Rv tratadas con 280 UI de eCG.

Tabla 1. Efecto de dosis bajas de eCG (140 vs 280), sobre el comportamiento productivo de ovejas Pelibuey y Pelibuey x Romanov sincronizadas con progestágenos.

	Pelibuey		Pelibuey x Romanov	
	140 UI	280 UI	140 UI	280 UI
Tamaño de la camada por oveja parida (kg)				
30 d	2.03±0.17 ^a	1.80±0.17 ^a	1.60±0.17 ^a	2.03±0.17 ^a
60 d	1.90±0.22 ^a	1.75±0.22 ^a	1.46±0.22 ^a	1.93±0.22 ^a
90 d	1.78±0.23 ^a	1.65±0.23 ^a	1.30±0.23 ^a	1.80±0.23 ^a
Tasa de supervivencia por oveja parida				
30 d	1.00±0.08 ^a	0.86±0.08 ^a	0.83±0.08 ^a	1.00±0.08 ^a
60 d	0.96±0.10 ^a	0.87±0.10 ^a	0.72±0.10 ^a	0.96±0.10 ^a
90 d	0.92±0.12 ^a	0.79±0.12 ^a	0.57±0.12 ^a	0.90±0.12 ^a

Valores con diferentes superíndice dentro del mismo renglón (a,b) indican diferencia significativa ($P < 0.05$).

Tabla 2. Efecto de dosis bajas de eCG (140 vs 280), sobre la eficiencia productiva de ovejas Pelibuey y Pelibuey x Romanov

	Pelibuey		Pelibuey x Romanov	
	140 UI	280 UI	140 UI	280 UI
Peso de la camada por oveja parida (kg)				
0 d	6.30±0.58 ^a	6.00±0.58 ^a	5.80±0.58 ^a	5.62±0.58 ^a
30 d	14.96±1.81 ^a	13.18±1.81 ^a	14.36±1.81 ^a	14.50±1.81 ^a
60 d	21.71±3.21 ^a	21.62±3.21 ^a	19.72±3.21 ^a	22.52±3.21 ^a
90 d	27.25±4.82 ^a	28.97±4.82 ^a	25.06±4.82 ^a	28.72±4.82 ^a

Valores con diferentes superíndice dentro del mismo renglón (a,b) indican diferencia significativa (P<0.05)

DISCUSIÓN

El genotipo de la oveja no influyó sobre la tasa de supervivencia, tamaño y peso de camada por oveja parida a los 30, 60 y 90 d post-parto. Aún cuando no se midió, esos resultados sugerirían que tanto ovejas Pb como Pb x Rv, tuvieron similar habilidad materna y produjeron leche suficiente para alimentar sus crías y mantenerlos vivos, resultando en camadas de similar tamaño y peso al destete en ambos tipos de ovejas.

En promedio, el tamaño de camada a los 30, 60 y 90 d post-parto fue de 1.86 ± 0.17 , 1.76 ± 0.22 y 1.63 ± 0.17 corderos / oveja parida, respectivamente. Mientras que la tasa de supervivencia promedio por oveja parida fue de 0.92 ± 0.08 , 0.87 ± 0.10 y 0.80 ± 0.12 a los 30, 60 y 90 d post-parto, respectivamente. Las medias generales para pesos de camada a los 0, 30, 60 y 90 d post-parto fueron de 5.93 ± 0.58 , 14.25 ± 1.81 , 21.40 ± 3.21 y 27.50 ± 4.82 kg / oveja parida, respectivamente.

Consistentes con estas medias, en ovejas de raza de pelo, Macías-Cruz *et al.* (2009), sincronizando ovejas Pb con esponjas impregnadas con 40 mg de FGA y 250 UI de eCG, reportaron 5.37 kg y 29.7 kg de peso de camada al nacimiento y al destete por oveja parida, respectivamente. Sin embargo y en forma comparativa con los resultados del presente trabajo, los autores registraron al destete 11 % menos mortalidad de corderos por camada de oveja parida. Aunque dicha diferencia, puede deberse a un efecto de año u otros factores ambientales. Sin embargo y en forma comparativa con los resultados del presente trabajo, los autores registraron al destete 11 % menos mortalidad de corderos por camada de oveja parida. Aunque; dicha diferencia, puede deberse a un efecto de año u otros factores ambientales.

Recientemente, en otro estudio hecho por Macías-Cruz *et al.* (2012) donde evaluaron el efecto de la raza de semental sobre rasgos de productividad de ovejas Pb sincronizadas con progestágenos y 250 UI de eCG, encontraron medias generales también muy similares a las observadas en este estudio para; tamaño y peso de camada al nacimiento y al destete, tasa de supervivencia a los 30 d y al destete.

No obstante, Zeleke *et al.* (2005), reportaron tamaños de camada al destete inferiores al encontrado en el presente trabajo. En el experimento señalado, se utilizaron ovejas Dorper sincronizadas con esponjas intravaginales y 300 UI de eCG. De la misma forma, la tasa de supervivencia en camadas de ovejas Awassi y Red Karaman fue 5 % más alta (Emsen y Yaprak, 2006), que el 80 % encontrado en las ovejas Pb de nuestro trabajo.

En ovejas cruzas de Chios x Kivircik sincronizadas con CIDR y 400 o 500 UI de eCG, Ince y Karaca (2009), reportaron, al destete, un tamaño de camada por oveja parida de 1.1 corderos; valor promedio que es inferior al encontrado en este estudio.

En definitiva, las diferencias encontradas entre los resultados del presente experimento y los reportados por la literatura encontrada, posiblemente se deban a diferencias en manejo, edad de la hembra, condición corporal, estado nutricional y raza de los animales experimentales.

CONCLUSIÓN

El protocolo de sincronización estral basado en la aplicación de progestágenos y dosis bajas de eCG muestra mejorar la productividad al destete de ovejas de pelo y sus cruzas con Romanov. Asimismo, dosis de 140 vs 280 UI de eCG, la tasa de supervivencia, tamaño y peso de camada por oveja parida fue similar entre ovejas Pelibuey o sus cruzas con Romanov.

LITERATURA CITADA

BARRETT DMW, Bartlewskib PM, Batista AM, Symington A, Rawlings NC. 2004. Ultrasound and endocrine evaluation of the ovarian response to a single dose of 500 IU of eCG following a 12-day treatment with progestogen-releasing intravaginal sponges in the breeding and nonbreeding seasons in ewes. *Theriogenology* 2-3: 311-327.

EMSEN E, Yaprak M. 2006. Effect of controlled breeding on the fertility of Awassi and Red Karaman ewes and the performance of the offspring. *Small Rumin Res* 66: 230-235.

GALINA MA, Morales R, Silva E, López B. 1996. Reproductive performance of Pelibuey and Blackbelly sheep under tropical management systems in México. *Small Rumin Res* 22, 31-37.

GARCÍA E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República mexicana). 2da ed. México, DF: Instituto de Geografía, UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México.

GONZÁLEZ RA, Márquez GE, Lizárraga TH, Martínez GJC. 1999. Dose response effects of PMSG on ovulation rate and follicular development in Pelibuey ewes treated with Syncro-mate-B implants. *Small Rumin Res* 31:149-155.

INCE D, Karaca O. 2009. Effects of oestrus synchronization and various doses of PMSG administrations in Chios x Kivircik (F1) sheep on reproductive performances. *J Anim Vet Adv* 8:1948-1952.

MACEDO R, Castellanos. 2004. Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico. *Avances Invest Agrop* 3:1-9.

MACÍAS CU, Álvarez VFD, Correa CA, Molina RL, González RA, Soto NNS, Avendaño RL. 2009. Pelibuey ewe productivity and subsequent pre-weaning lamb performance using hair-sheep breeds under a confinement system. *J Appl Anim Res* 36: 255-260.

MACÍAS CU, Álvarez VFD, Olguín AHA, Molina RL, Avendaño RL. 2012. Ovejas Pelibuey sincronizadas con progestágenos y apareadas con machos de raza Dorper y Katahdin bajo condiciones estabuladas: producción de la oveja y crecimiento de los corderos durante el periodo pre-destete. *Arch Méd Vet* 44:(publicado en online).

PONCE CJL, Avendaño RFD, Álvarez VA, Correa CA, Macías CU. 2011. Productividad al destete de ovejas Pelibuey y Pelibuey x Romanov sincronizadas con progestágenos y PMSG. En memorias XXXIX Reunión Anual de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A.C. (AMPA). Desarrollada del 4 al 6 de Mayo del 2011. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Estado de México.

QUINTERO EJA, Macías CU, Álvarez VFD, Correa CA, González RA, Lucero MFA, Soto NSA, Avendaño RL. 2011. The effects of time and dose of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) on reproductive efficiency in hair sheep ewes. *Trop Anim Health Prod* 8:1567-15673.

RUSSEL, JF, Doney, JM, Gunn, RG. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J Agr Sci.* 72: 451-454.

SAS 2004. *Statistical Analysis System. Users.* SAS Institute, Cary, N.C. USA.

WILDEUS S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: sheep and goats. *J Anim Sci* 54: 1-11.

ZELEKE M, Greyling JPC, Schwalbach LMJ, Muller T, Erasmus JA. 2005. Effect of progestagen and PMSG on oestrous synchronization and fertility in Dorper ewes during the transition period. *Small Ruminant Res* 56: 47-53.

FUNCIÓN Y MECANISMO DE LA LEPTINA EN LOS RUMIANTES **FUNCTION AND MECHANISM OF LEPTIN IN RUMINANTS**

⁴Esperanza Herrera Torres, Manuel Murillo Ortiz

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

RESUMEN

El objetivo de esta revisión es conocer los mecanismos de acción de la leptina en los rumiantes, ya que es una hormona que permite determinar de manera adecuada el estado nutricional del ganado. La leptina es una proteína plasmática formada por 167 aminoácidos y se sintetiza en el tejido adiposo; ésta proporciona información acerca de las reservas de grasa del animal, actúa como un regulador eferente del apetito, de la expedición de energía y de la función reproductiva. Además, la leptina se correlaciona positivamente con el incremento de la masa corporal y afecta la función y la presencia de otras hormonas como son la insulina y la hormona de crecimiento. Estos compuestos, en conjunto, reflejan el suministro adecuado de nutrientes con relación al empleo de los mismos; de tal manera que la determinación de la concentración de la leptina, permitiría determinar el estado nutricional del ganado en forma precisa.

Palabras clave: leptina, hormona, rumiantes.

ABSTRACT

The objective of this research is to understand the mechanisms of leptin action in ruminants, since it is a hormone that allows determining properly the nutritional status of cattle. Leptin is a plasma protein formed by 167 amino acids and it is synthesized in adipose tissue; it provides information about the animal's reserves of fat, acts as an efferent regulator of appetite, energy output, and the reproductive function. In addition leptin was positively correlated with the increase in body mass and affects the function and presence of other hormones such as insulin and growth hormone. These compounds collectively, reflect the adequate supply of nutrients with respect to their utilization; so, determining the concentration of leptin would determine the nutritional status of livestock accurately.

Keywords: leptin, hormone, ruminants.

⁴Esperanza Herrera Torres. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera al Mezquital km 11. Durango, Dgo. México. heto99@yahoo.com.mx.

Recibido: 05/02/2012 Aceptado: 20/04/2012

INTRODUCCIÓN

En los rumiantes, la eficiencia alimenticia está relacionada con factores nutricionales, ambientales, genéticos y con el estado fisiológico del animal. El animal que experimenta algún déficit nutricional, se moviliza para buscar alimentos que satisfagan sus necesidades y los consume hasta saciarse; de tal manera que el estado nutricional de un animal puede afectar la función de diversos sistemas, incluyendo la capacidad del animal para reproducirse, crecer y resistir infecciones (Araujo-Febres, 2005). El conocimiento de factores y mecanismos que regulan a corto plazo, (cantidad consumida) y a largo plazo, (grasa corporal); el apetito y el consumo de los alimentos, (Reynolds y Benson, 2004) es importante para diseñar programas de suplementación alimenticia para rumiantes en pastoreo (Thomas *et al.*, 2002).

El consumo de alimentos está controlado por mecanismos fisiológicos, que conducen al animal a iniciar y finalizar el consumo en un momento dado; éste es un aspecto multifactorial controlado por el hipotálamo (Keisler *et al.*, 1999) y debe corresponder al estado fisiológico en el que el animal se encuentre. Una estrategia para determinar el estado nutricional del ganado de forma precisa, es mediante la determinación de concentraciones de metabolitos séricos y hormonas. Estos compuestos representan un índice adecuado del suministro de nutrientes con relación al empleo de los mismos (Lentz *et al.*, 2005).

Una de las hormonas que ayuda a establecer el estado nutricional en los rumiantes es la leptina; esta hormona es una proteína producida por el tejido adiposo, la cual regula el consumo del alimento, e interviene en el metabolismo energético (Lentz *et al.*, 2005); afecta la actividad inmune y la presencia de otras hormonas (Ahima *et al.*, 1996); por lo que el objetivo de esta revisión, es conocer los mecanismos de acción de la leptina en los rumiantes.

LEPTINA

La leptina, es una proteína plasmática formada por 167 aminoácidos, con un peso molecular de 16 KD y que se transcribe a partir del gen **ob**. El nombre de leptina deriva del griego **leptos** (delgado) (Zhang *et al.*, 1994). La leptina es sintetizada y secretada por el tejido adiposo (Delavaud *et al.*, 2002); se relaciona con el control hipotalámico de la homeostasis del cuerpo, como una señal aferente acerca de las reservas de grasa del cuerpo y como un regulador eferente del apetito y de la expedición de energía. Algunos estudios indican que la leptina está implicada en la regulación metabólica a través de su acción; tanto en el eje hipotálamo-pituitario-adrenalina, como en la función reproductiva (Keisler *et al.*, 1999).

Desde el descubrimiento de la leptina, se han realizado numerosos estudios a nivel biológico genético; aunque inicialmente se ha descrito como un factor de señal, que

desde los adipositos, induce una respuesta para controlar la ganancia de peso y el gasto energético; otros estudios demuestran que también puede tener un papel importante como señal en el sistema neuroendócrino y en la reproducción (Lentz et al., 2005).

Considine *et al.*, (1995) analizaron la expresión del gen de leptina en el tejido subcutáneo abdominal en humanos, y encontraron una correlación positiva entre leptina e índice de masa corporal; esto es uno de los principales índices que permiten conocer el estado nutricional de los rumiantes. Se ha sugerido que la cantidad liberada por cada adiposito, dependerá más del flujo de nutrientes que penetran y salen de esta célula, que del tamaño de la misma (Houseknecht y portocarrero, 1998). La leptina se libera a la circulación sanguínea unida a proteínas que regulan su metabolismo, la biodisponibilidad y la respuesta de los tejidos a la hormona. Existe una unión de leptina a macromoléculas, y es una unión específica y reversible y es la manera en que ésta puede transportarse por el torrente sanguíneo (Lentz *et al.*, 2005).

RECEPTORES DE LEPTINA

Se han encontrado dos formas de receptores de la leptina, uno largo (OB-R1) y otro corto (OB-Rs). La forma larga se ha encontrado en varias regiones del cerebro y la forma corta en los demás tejidos (adiposos, placenta, gástrico, etc.). El OB-R1 se expresa en el hipotálamo (arcuato, lateral, ventromedial, y núcleo dorsomedial) de forma aumentada, y es la responsable de la transducción de la señal por su dominio intracelular; mientras que la OB-Rs, es la responsable del transporte de la leptina a través de los plexos coroideos. La estructura de la OB-R es homóloga al receptor gp130, receptor que traduce la señal y que forma parte de la familia de las citocinas interleukina 6; pero que actúan con mecanismos diferentes (Hossner, 1988). Se ha propuesto que algunas de las formas de los receptores, están involucradas en el transporte de la leptina en la sangre y su cruce; a través de la barrera de la sangre-cerebro (Houseknecht *et al.*, 1998).

REGULACIÓN DEL GEN DE LA LEPTINA

Las alteraciones coordinadas en la expresión del gen de la leptina con los cambios del estado metabólico, sugieren un control hormonal y metabólico de la expresión de la leptina; un primer candidato para la regulación es la insulina; la cual juega un papel crónico (horas) en la regulación de los niveles de leptina. La hiperinsulinemia incrementa los niveles de leptina (Houseknecht *et al.*, 1998). Los glucocorticoides son también potentes reguladores de la expresión de la leptina. La administración *in vivo* y la incubación *in vitro* de los adipositos con varios glucocorticoides, causan una alza en la regulación de la expresión de la leptina.

La expresión de la leptina y la secreción de los adipositos, están reguladas por una estimulación adrenérgica, como lo indican estudios que han usado β_3 -antagonistas adrenérgicos, expuestos en frío, o el dibutiril c-AMP (dbcAMP(L1)) (Houseknecht *et al.*, 1998). La leptina actúa también como regulador de la secreción de la hormona de crecimiento (Carro *et al.*, 1997); sin embargo, la incubación crónica de adipositos aislados con la hormona de crecimiento temprana o IGF-I, no tiene efecto en la expresión y secreción de leptina (Hardie *et al.*, 1996).

LEPTINA COMO REGULADOR DEL CONSUMO

Los mecanismos por los cuales se regula el consumo de los alimentos, no están bien definidos. Un grupo de péptidos que se encuentran en el tracto gastrointestinal, son utilizados para suprimir el consumo; uno de ellos es la colecistoquinina (CCK), que es secretada en el duodeno, tras la ingesta de los alimentos; a la cual se le atribuye el control del consumo ejercido a corto plazo, a través de los receptores. Otro péptido relacionado con el consumo es la leptina circulante, la cual provoca una sensación de saciedad, pero a largo plazo. La secreción de leptina gástrica es estimulada por un aumento en la CCK, estimulada por la alimentación; esto acredita la existencia de una relación sinérgica entre la leptina y la CCK, dando como resultado un control del consumo a corto plazo (Sansinacea *et al.*, 2001). Estos mismos autores encontraron que un nivel medio de leptina, durante 60 días de alimentación, no varía entre animales que ganan 0.27; 0.31 y 0.80 kg/animal/día.

Algunos estudios en rumiantes han demostrado que la CCK suprime el consumo; así como también el consumo de los nutrientes causan una alteración en la concentración de leptina en plasma en el ganado, (Ciccioli *et al.*, 2003), la secreción de leptina estimula la hormona leutinizante en vacas de carne desnutridas (Zieba *et al.*, 2003). Lentz *et al.*, 2005; encontraron que la concentración de leptina en el plasma de vacas de carne es un indicador del consumo de nutrientes, pero que no está altamente correlacionada con la condición corporal.

En rumiantes bien alimentados, la administración central de leptina reduce el consumo de alimentos (Morrison *et al.*, 2001); la leptina también regula el nivel de consumo de energía en las vacas; estos resultados fueron obtenidos utilizando el kit comercial RIA (Chilliard *et al.*, 1998), y una reducción en la concentración de leptina mRNA en el tejido adiposo subcutáneo, después de las 48 h de alimentación en ganado adulto (Tsuchiya *et al.*, 1998). De manera similar, se ha encontrado que una restricción en el consumo, reduce tanto la leptina mRNA en el tejido adiposo y los niveles de leptina en plasma en vaquillas (Amstalden *et al.*, 2000). Los receptores de leptina mRNA, fueron detectados en dos de los cuatro compartimentos gástricos. La ausencia de expresión de la leptina en el rumen, retículo, omaso y abomaso; parece estar relacionada con la flora ruminal.

En los rumiantes lactantes el mRNA de leptina y sus receptores, están presentes en el sistema gástrico, y entonces la leptina puede ejercer control sobre el consumo. La regulación con el término medio (día por día) de la leptina con niveles de alimentación, no son modulados por la concentración de glucosa e insulina; aunque con el término corto (hora por hora), la respuesta de la leptina al consumo podría ser mediada por la glucosa y/o cuerpos cetónicos (Lentz, *et al.*, 2005). Además se ha observado que tras 24 horas de ayuno, la leptina libre disminuye. De aquí surge la hipótesis de que la leptina libre es la forma biológicamente activa, y de esta forma se reduce el efecto de inhibición del apetito (Araujo-Febres., 2005).

El neuropéptido Y (NPY) es un potente estimulador del consumo, inhibiendo la termogénesis e incrementado las concentraciones de insulina y glucocorticoides en el plasma (Houseknecht y Portocarreo, 1998). La leptina actúa a nivel central inhibiendo los efectos del NPY, aparentemente por la inhibición de su síntesis en el núcleo arcuato del hipotálamo (Houseknecht *et al.*, 1998), pero estos efectos no están bien definidos porque otros neuropéptidos hipotalámicos, están involucrados en la regulación del consumo (Sansinanea, 2001). El aumento en el consumo de alimentos al final de la gestación y durante la lactación, está asociado a un balance negativo de energía; esto verifica la reducción del tejido adiposo y la disminución de la expresión de los receptores de mRNA de leptina, así como una reducción de la concentración de leptina en plasma (Sorensen *et al.*, 2002).

FUNCIÓN DE LA LEPTINA COMO REGULADOR DEL BALANCE DE LA ENERGÍA

La expresión de la leptina en animales bien alimentados se refleja en la cantidad de grasa y tamaño del adiposito. Se considera a la leptina, como la causante de enviar la señal al hipotálamo; y éste a su vez a una red neural que es la responsable de mantener la homeostasis y el equilibrio en el gasto de energía del organismo (Sansinanea, 2001). La leptina, estimula la producción de la glucosa hepática y esto aumenta la actividad de la glucosa 6-fosfato. También se ha visto que esta hormona probablemente limite la formación de triglicéridos hepáticos, lo cual facilita la entrada de ácidos grasos a la mitocondria y sus β -óxidos; estos efectos siempre dependerán de la condición energética del organismo (Sansinanea, 2001).

En la alimentación, el estado estable (cero balance de energía), la expresión y secreción de leptina se refleja en la grasa corporal en roedores y humanos (Considine *et al.*, 1996); además, las concentraciones de leptina en plasma están positivamente correlacionadas con la cantidad de grasa en el ganado (Delavaud *et al.*, 2002). Esta correlación con la grasa se altera con los cambios en el balance de energía. Lentz *et al.*, 2005, encontraron una correlación positiva entre la concentración de leptina en el plasma de vacas con la condición corporal, la cual es una medida crítica de la grasa del

cuerpo en los bovinos. De acuerdo con lo anterior se encontró que la concentración de leptina en plasma de vacas Holstein durante el parto y en lactación temprana, es más elevado en vacas con mayor condición corporal (Meikle *et al.*, 2004). En corderos la producción de calor puede estar regulada por la secreción de prolactina y leptina durante el nacimiento (Stephenson *et al.*, 2001). La administración de leptina en corderos recién nacidos aumenta la temperatura rectal y aumenta la velocidad de desaparición del tejido adiposo marrón (Mostyn *et al.*, 2001).

MECANISMOS DE LA LEPTINA

La leptina es sintetizada y secretada por los adipositos blancos dentro de la sangre, y son transportados al cerebro vía sistema saturado; donde esto causa la liberación o inhibición de factores que resultan en una reducción en el consumo de alimentos, incrementado la expedición de energía y la actividad física del animal (Houseknetch *et al.*, 1998).

La leptina no solo actúa a nivel central, sino también a nivel periferal. Los receptores de leptina que se encuentran fuera del sistema nervioso central, son de forma corta; y la presencia de estos receptores de leptina, explica su relación con otras hormonas como la insulina. La leptina ha sido implicada en la resistencia a la insulina por su acción de atenuarla; La cual afecta directamente el metabolismo y función de los tejidos periferales. El tratamiento con leptina de adipositos, reduce la estimulación de insulina del metabolismo de carbohidratos y lípidos; así como también la estimulación de insulina de la síntesis de proteínas. En ratones el tratamiento de leptina en músculo, causa un incremento en la oxidación de ácidos grasos sin causar cambios en el metabolismo de los carbohidratos. La exposición de leptina en los islotes pancreáticos, causa una reducción en la secreción de insulina (Houseknetch *et al.*, 1998).

INVESTIGACIONES RECIENTES SOBRE EL EFECTO Y CONCENTRACIÓN DE LEPTINA EN RUMIANTES

Lentz *et al.* (2005), encontraron que la concentración de leptina en plasma después de 68 días de administrar una dieta alta en energía, la concentración de leptina aumentó ($P < 0.05$), y con la restricción del alimento también ($P < 0.01$), comparada con los otros tratamientos que incluyen diferentes cantidades de suplemento proteico. Además, la concentración de leptina en plasma no es afectada por el ayuno o por la interacción restricción de alimento X tratamiento, pero si hubo efectos entre tratamientos. Ellos mismos reportan que hubo interacción entre el tratamiento y el acceso al alimento en la concentración de leptina ($P < 0.001$) en el plasma a los 109 d de tratamiento.

La concentración de leptina en plasma en el mismo experimento, se correlaciona positivamente con la condición corporal. El mismo efecto encontraron Delavaud *et al.*, (2002) en vacas que se encontraban en el último tercio de la lactación.

El incremento en el consumo de los alimentos, está asociado con el incremento de la condición corporal y el incremento en las concentraciones de leptina en plasma. En vacas a las que se les administró una dieta baja en energía y poco suplemento proteico, una restricción de 18 horas; puede causarles una reducción en la concentración de leptina. En vaquillas que pastorearon durante el invierno, se observaron reducciones en la ganancia de peso, esto asociado a una reducción en la concentración de leptina en plasma (Hersom *et al.*, 2004).

Por otra parte, estudios sobre la concentración de leptina circulante, encontraron que la concentración de leptina plasmática en ovejas gestantes alimentadas a nivel de mantenimiento, alcanzaban un máximo a mitad de la gestación; disminuyendo progresivamente hasta el final de la gestación e inicio de la lactación (Ehredardt *et al.*, 2001).

Por su parte, Valderrábano *et al.*, (2003), encontraron que la grasa almacenada por las ovejas al inicio de la gestación, está involucrada con la expresión de la respuesta inmune. Las diferencias en la respuesta que dieron comienzo en las primeras fases de la infección aparecieron asociadas a los niveles de leptina sérica; lo que sugiere que la leptina puede actuar como nexo de unión entre el estado nutricional y los mecanismos inmunes, involucrados en la respuesta ante la infección de nemátodos

CONCLUSIÓN

En el área de la nutrición de rumiantes, es necesario el conocimiento completo de los mecanismos que regulan y coordinan el consumo de alimentos y el metabolismo energético en los alimentos. Estudios que se han realizado acerca del papel de la leptina, tanto en roedores, humanos, cerdos y rumiantes; indican que la leptina juega un papel importante en la regulación del consumo, en la expedición de la energía y del empleo de los nutrientes de los tejidos bajo condiciones fisiológicas y patológicas específicas. Es necesario que se realicen estudios más extensos, que permitan determinar el papel de la leptina en la determinación del estado nutricional y la productividad del ganado.

LITERATURA CITADA

- AGNEW RE, Yan T. 2000. The impact research on energy feeding systems for dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.* 66:197-215.
- AMSTALDEN M, García MR, Williams SW, Stanko RL, Nizielski SE, Morrison CD, Keisler H, Williams GL. 2000. Leptine gen expression, circulating leptin, and luteinizing hormone pulsatility are acutely responsive to short-term fasting in prepubertal heifers: relationships to circulation insulin and insulin-like growth factor I. *Biol. Reproduction.* 63:127-133.
- ARAUJO-FEBRES O. 2005. Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. IX Seminario de pastos y forrajes. Facultad de Agronomía. Zulia.
- CARRO E, Senaris R, Considine RV, Casanueva FF, Dieguez C. 1997. Regulation of in vivo growth hormone secretion by leptin. *Endocrinology.* 138:2203-2206.
- CHILLIARD F, Bocquier F, Delavaud C, Guerre-Millo M, Bonnet M, Martin P, Faulconnier Y, Ferlay A. 1998. Leptin in ruminants: Effects of species, breed, adiposity, photoperiod, β -agonists and nutritional status. In: *proc 1998 Cornell nutr. Conf. For Feed Manufacturers, Cornell University, Ithaca, NY.* pp 65-74.
- CONSIDINE RV, Sinha MK, Heiman ML, Kriauciunas A, Stephen TW, Nyce MR, Ohannesian JP, Marocco CC, McKee LJ, Bauer TL, Caro JF. 1996. Serum immunoreactive-leptin concentrations in normal weight and obese humans. *N. Engl. J. Med.* 334:292-295.
- DANIEL JA, Whitelock BK, Baker JA, Steel B, Morrison DD, Keisler DH, Sartin JL. 2002. Effect of body fat mass and nutritional status on 24 hour leptin profiles in ewes. *J. Anim. Sci.* 80:1083-1089.
- DELAVAUD C, Ferlay A, Faulconnier Y, Boquier F, Kann G, Chilliard Y. 2002. Plasma leptin concentration in adult cattle: Effects of breed, adiposity, feeding level, and meal intake. *J. Anim. Sci.* 80:1317-1328.
- EHRHARDT RA, Slepatis RM, Siegal-Willot J, Van Amburgh ME, Bell AW, Boisclair YR. 2000. Development of a specific radioimmunoassay to measure physiological changes of circulating leptin in cattle and sheep. *J. Endocrinol.* 166:519-528.
- HARDIE LJ, Guilhot N, Trayhurn P. 1996. Regulation leptin production in cultured mature white adipocytes. *Horm. Metab. Res.* 28:685-689.

- HERSOM J, Wettemann RP, Krehbiel CR, Horn GW, Keisler DH. 2004. Effect of live weight gain of steers during winter grazing: III. Blood metabolites and hormones during feedlot finishing. *J. Anim. Sci.* 82:2059-2068.
- HOSSNER KL. 1998. Cellular, molecular and physiological aspects of leptin potential applications in animal production. *Canadian J. Of Anim. Scien.* 78:463-472.
- HOUSEKNETCH KL, Clifton A, Matteri RL, Spurlock ME. 1998. The biology of Leptin: A Review. *J. Anim. Sci.* 76:1405-1420.
- HOUSEKNETCH KL, Portocarrero CP. 1998. Leptin and its receptors: regulators of whole body energy homeostasis. *Domestic animal endocrinology.* 15(6):457-475.
- KEISLER DH, Daniel JA, Morrison CD. 1999. Leptin's role in nutritional status and reproductive function. *J. Reprod. Fertil. (Suppl.)* 54:425.
- LENTZ CA, Wettemann RP, White FJ, Rubio I, Ciccioi NH, Spicer LJ, Keisler DH, Payton ME. 2005. Influence of nutrient and body fat on concentrations of insulin-like growth factor-I, insulin, thyroxine, and leptin in plasma of gestating beef cows. *J. Anim. Sci.* 83:586-596.
- MEIKLE A, Kulcsar M, Chilliard Y, Febel H, Delavaud C, Cavestany D, Chilibroste P. 2004. Effect of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reproduction.* 127:727-737.
- MORRISON CD, Daniel JA, Holmberg BJ, Dijiane J, Raver N, Gertler A, Keisler DH. 2001. Central infusion of leptin into well-fed and undernourished ewe lambs: Effects on feed intake and serum concentrations of growth hormone and luteinizing hormone. *J. Endocrinol.* 168.
- MOSTYN A, Keisler DH, Weeb R. 2001. The role of leptin in the transition from fetus to neonate. *The proceedings of the nutrition society.* 60(2):187-194.
- REYNOLDS CK, Benson JA. 2004. Gut peptides and feed intake regulations in lactating dairy cows. *J. Anim. Sci. (suppl 1).*
- SANSINACEA AS, Cerone SI, Zonco I. 2001. Serum leptin levels in cattle with different nutritional conditions. *Nutrition Research* 21:1045-1052.
- SORENSEN A, Adam CL, Findlay P. 2002. Leptin secretion and hypothalamic neuropeptide and receptor gene expression in sheep. *American J. Physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology.* 2(4):1227-1235.

- STEPHENSON T, Budge T, Mosty H. 2001. fetal and neonatal adipose maturation: a primary site of cytokine and cytokine-receptor action. *Biochemical Society transaction*. 29(2):80-85.
- THOMAS MG, Enns RM, Hallford DM, Keisler DH, Obeidat BS, Morrison CD, Hernández JA, Bryabt WD, Flores R, López R, Narro L. 2002. Relationships of metabolic hormones and serum glucose to growth and reproductive development in performance tested angus, brangus, and bramhan bulls. *J. Ani. Sci.* 80:757-767.
- TSUCHIYA T, Nagao Y, Ozawa A, Matsumoto M, Sugahara K, Kubo T, Kato H. 1998. decrease of the obese gene expresión in bovine subcutaneous adipose tissue by fasting. *Biosci. Biotechnology. Biochem.* 62:2068-2069.
- VALDERRÁBANO JC, Gómez-Rincon J. Uriarte J. Relación entre la concentración de leptina plasmática y la respuesta inmune frente a *hoemanchus contortus* en el periparto ovino. Centro de investigación y Tecnología agroalimentaria. Gob. De Aragón, Zaragoza.
- ZHANG Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, Friedman JM. 1994. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature (Lond)* 372:425.
- ZIEBA AD, Amstalden M, Maciel MN, Keisler DH, Raver N, Gertler A, Williams GL. 2003. Divergent effects of leptin on leteinizing hormone and insuline secretion are dose dependent. *Exp. Biol. Med.* 228:325-330.

LA PRUEBA DE MICRONÚCLEOS EN SANGRE COMO BIOINDICADOR DE GENOTÓXICOS

MICRONUCLEUS BLOOD TEST AS GENOTOXIC BIOMARKER

⁵Cedano Díaz Antonio², Martínez González Sergio¹, Escalera Valente Francisco¹, Salgado Moreno Socorro¹, Carrillo Díaz Fernando¹, Macías Coronel Humberto¹, Peña Parra Bladimir¹.

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit. ²Unidad Académica Preparatoria No. 4, Universidad Autónoma de Nayarit.

RESUMEN

Dentro de los múltiples daños de los contaminantes se encuentra el efecto genotóxico, expresado en sus diversas formas; como por ejemplo: teratogénesis, mutagénesis y por supuesto la cancerogénesis. Por esto, es importante detectar estos compuestos o agentes dañinos. Existen varias pruebas para identificar los agentes genotóxicos y la prueba de micronúcleo es la más sencilla y económica. Es posible utilizarla *in vivo* e *in vitro*, en plantas y animales. 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. Hay animales que de forma espontánea presentan eritrocitos micronucleados y con el efecto de un inductor micronucleogénico este valor aumenta; sin embargo, hay seres vivos que de forma espontánea y aún con el efecto del inductor, no presentan eritrocitos micronucleados; esto se debe al buen control de filtrado del sistema hematopoyético, el cual a mayor edad es más eficiente.

Palabras clave: sustancias, genotóxicas, eritrocitos, cromosomas.

ABSTRACT

Among the multiple pollutants harm the genotoxic effect is expressed in various forms, such as teratogenicity, mutagenicity and carcinogenicity of course. Therefore, it is important to detect these compounds or harmful agents. There are several tests to identify genotoxic agents and the micronucleus test is the simplest and cheapest. It is

⁵Antonio Cedano Díaz. Unidad Académica Preparatoria No. 4, Universidad Autónoma de Nayarit. Domicilio Conocido. Tecuala, Nayarit. C.P. 63440. cedandiaz@hotmail.com

Recibido: 21/03/2011 Aceptado: 30/05/2012

possible to use it in vivo and in vitro, in plants and animals. Micronuclei are chromosome fragments or whole chromosomes that spontaneously or due to genotoxic agents, remain outside the nucleus during cell division. There are animals that spontaneously present micronucleated erythrocytes and with the effect of an inductor micronucleogénico this value increases, however, there are living beings who spontaneously and even with the effect of the inducer, do not present micronucleated erythrocytes; this is due to proper filter control of the hematopoietic system, which with increasing age it is more efficient.

Keywords: substances, genotoxic, erythrocytes, chromosomes.

INTRODUCCIÓN

Diversas actividades realizadas por el ser humano, así como también algunos eventos naturales contaminan el medio ambiente; debido a la liberación de agentes potencialmente tóxicos y genotóxicos. Actualmente constituye una preocupación mundial por los riesgos que afecta la salud humana y los ecosistemas (Córdoba, 2000; Klaassen y Watkins, 2001). Desafortunadamente, el desarrollo de la sociedad moderna se basa en la generación de una gran cantidad de sustancias químicas; muchas de las cuales ocasionan daño a los seres vivos, y entre ellos al hombre mismo (Álvarez, 2001).

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. Por lo tanto, un agente genotóxico es todo aquel ente capaz de lesionar la integridad del material genético y/o sus componentes asociados. Entonces, bajo este término se incluyen los agentes que interaccionan directa o indirectamente con el ADN, provocando el aumento de mutaciones (mutagénesis); también los que interfieren en algunos procesos enzimáticos, así como en la reparación o en la génesis del material proteico involucrado en la segregación cromosómica (Lodish y Col., 2002).

Es importante señalar que los compuestos genotóxicos afectan con mayor frecuencia a las células normales que proliferan rápidamente, como son las células epiteliales y de médula ósea; por lo tanto, existe un gran número de células susceptibles a estos efectos dañinos (Goodman y Col., 1996).

Muchos contaminantes son capaces de provocar cambios permanentes y heredables en el ADN (mutación); con una frecuencia superior a la que ocurre de manera espontánea (mutagénesis). Si bien, es cierto que las mutaciones pueden tener lugar por agentes endógenos (Lewin, 2000); las mutaciones espontáneas son producidas en

ausencia de un mutágeno conocido; éstas se generan por situaciones o agentes propios del ambiente intracelular. Dichas mutaciones pueden originarse por errores en la replicación, o bien por reacciones que ocurren de forma espontánea como consecuencia de la inestabilidad química de la molécula de ADN, o de la acción de subproductos del metabolismo celular, denominados mutágenos endógenos (Lodish y Col., 2002; Luque y Herraéz, 2001).

Las mutaciones inducidas o exógenas son producidas por agentes físicos, químicos o biológicos; ajenos a la célula, y éstos son denominados mutágenos exógenos. La lista de estos agentes mutágenos es muy grande, y los mecanismos y efectos producidos son muy diversos; algunos actúan como mutágenos directos y otros requieren ser activados a carcinógenos activos, por la acción de ciertas enzimas, por ejemplo:

- 1).- Agentes alquilantes: transfieren grupos a un átomo nucleofílico de las bases nitrogenadas; generalmente metilo o etilo.
- 2).- Análogos de base: son los que al insertarse entre los pares de bases del ADN, distorsionan su estructura helicoidal, lo que provoca el desplazamiento del marco de lectura.
- 3).- Agentes bifuncionales: establecen enlaces cruzados entre bases de la misma hebra o de hebras opuestas; tales alteraciones afectan la integridad y/o configuración bioquímica del ADN y que al no ser corregidas antes de la replicación, por el sistema de reparación; conducen a mutaciones potencialmente cancerígenas (Lodish y Col., 2000; Luque y Herraéz, 2001).

Las mutaciones pueden ocurrir en las células somáticas o gaméticas. Cuando el daño se produce durante la gestación, el agente se convierte en un teratógeno, y cuando se presentan en las primeras, se relacionan con la aparición de cáncer; ya que dichas células adquieren el estado transformado, debido al aumento de la frecuencia de mutaciones; característica principal de un proceso cancerígeno (Álvarez, 2001).

Por lo anterior, es importante detectar las sustancias mutágenas, pues como ya se mencionó tienen la capacidad de alterar el material genético de los organismos incluyendo al hombre; provocando mutaciones en células somáticas con el desarrollo subsiguiente de cáncer, o teratogénesis (Lewin, 2000).

Estas se pueden realizar *in vivo* o *in vitro*, con micro o macro organismos. Entre estas se encuentran una variedad de pruebas, entre las que existen algunas muy económicas y rápidas; pero también las hay sumamente costosas: Entre ellas tenemos el cariotipo, el intercambio de cromátides hermanas, el índice mitótico, la prueba realizada en

Salmonella typhimurium o prueba de Ames y la prueba de micronúcleos (Griffiths y Col., 2000).

PRUEBA DE MICRONÚCLEOS

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.

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. En hematología, los micronúcleos se conocen como cuerpos de Howell-Jolly, su forma es generalmente redonda o almendrada y alcanza un diámetro entre 0.4 a 1.6 micras (Heddle y Col., 1991; Schmid, 1975; Fuic y Mijic, 1999). La prueba de micronúcleos permite detectar agentes clastogénicos y aneuploidogénicos. Los agentes aneuploidogénicos (como colchicina, vincristina y vinblastina), se caracterizan por bloquear la polimerización de microtúbulos durante la formación del huso mitótico; originando de esta manera el rezago de cromosomas completos, que no se incluyen en los núcleos hijos. Mientras que los agentes clastogénicos, como son las radiaciones y algunos medicamentos antineoplásicos (como la ciclofosfamida, la arabinosa-c, el busulfan y el metotrexate), actúan como análogos de base. Por lo tanto se intercalan en el ADN, e inhiben su síntesis y ocasionan posteriormente un debilitamiento de enlace entre las bases, lo que termina por producir una fractura cromosómica. Los compuestos aneuploidogénicos causan micronúcleos más grandes que los causados por los agentes clastogénicos (Hatanaka y Col., 1992).

Se pueden diferenciar unos de otros, por la presencia del centrómero y/o cinetocoro; mediante la técnica de FISH (hibridación *in situ* fluorescente), ya que si los micronúcleos presentan centrómero, generalmente estará formado por un cromosoma completo (micronúcleo centrómero positivo), de lo contrario estará formado por un fragmento cromosómico acéntrico o micronúcleo centrómero negativo (Dorothea y Col., 1998).

FORMACIÓN DE LOS MICRONÚCLEOS

Los cambios más frecuentes en el ADN son la sustitución de una base por otra, y las deleciones o pérdidas de secuencias. Si bien, las deleciones pueden ser bien de una o dos pares de bases, hasta deleciones de cientos de kilobases. Normalmente, tras la

ruptura de la cadena de ADN, los extremos resultantes se suelen unir rápidamente por la acción de enzimas de reparación. La rotura puede ocurrir en un solo punto, o en dos puntos; y si no se repara el fragmento o fragmentos que no contienen el centrómero, se perderá en la siguiente división celular.

El centrómero se puede considerar el centro cinético del cromosoma, pues sobre él se sitúan las estructuras llamadas cinetocoros; a las cuales se unen las fibras que constituyen el huso acromático o huso mitótico. Estas fibras o filamentos formados por microtúbulos son de naturaleza proteica, que sirven como rieles en el huso mitótico durante la separación de las dos cromátides en la división celular. De esta forma se produce la segregación ordenada de los cromosomas y cada célula hija recibe una cromátide de cada cromosoma, es decir, idéntica dotación genética. La ausencia de centrómero (cromosoma acéntrico) impide que el cromosoma se una al huso mitótico, y por lo tanto, que se incluya en el núcleo de las células hijas (Griffiths y Col., 2000; Luque y Herraes, 2001).

De acuerdo a lo anterior, los micronúcleos pueden ser formados durante la transición de metafase/anafase de la mitosis. Durante la división celular, etapas en las cuales ocurre la separación de cromátides; son reconocidos dos mecanismos por los cuales se pueden formar los micronúcleos:

1).-Pérdida mitótica de fragmentos acéntricos: es considerado el mecanismo clásico, donde cualquier fragmento cromosómico que no posea centrómero no podrá integrarse a un núcleo, pues carece del elemento indispensable para orientarse en el huso acromático. Después de la telofase, los cromosomas normales, así como los fragmentos que posean centrómero, darán origen a los núcleos de las células hijas regulares. Los elementos rezagados quedarán incluidos en el citoplasma de las células hijas y una considerable proporción es transformada en uno o varios núcleos secundarios, que como regla, son mucho más pequeños que el núcleo principal y de ahí su nombre de micronúcleo.

2).- Pérdida mitótica de cromosomas completos: esto sucede cuando se daña el funcionamiento del aparato mitótico, por ejemplo: bajo la influencia de la colchicina, el núcleo principal es algunas veces reemplazado por un grupo de pequeños núcleos; los cuales son en general considerablemente más grandes que el típico micronúcleo; esto es debido a que los cromosomas completos son los que constituyen a estos micronúcleos (Heddle y Col., 1991).

ERITROPOYESIS EN MAMÍFEROS

El normoblasto ortocromático, 5 horas después de la última mitosis, expulsa su núcleo; proceso que incluye aproximación a la periferia y finalmente aislamiento y liberación del mismo. Los normoblastos pierden su núcleo al pasar de la médula ósea al torrente circulatorio, debido a que los poros entre las células endoteliales de los sinusoides medulares, tienen un diámetro menor que el núcleo del normoblasto por lo que al atravesar dichos poros, la membrana y el citoplasma, que son deformables, pasan fácilmente; pero el núcleo queda atrapado. La membrana se desgarró pero es reparada, el núcleo expulsado queda en la médula y es fagocitado por los macrófagos del estroma medular (Swenson y Reece, 1999; Lewin, 2000).

Al perder su núcleo, el normoblasto ortocromático se convierte en reticulocito (eritrocito policromático), que es el eritrocito joven que sale a la circulación. Los eritrocitos policromáticos tardan aproximadamente 48 horas para convertirse en eritrocitos maduros (eritrocitos normocromáticos); y es a medida que aumenta el contenido de hemoglobina, el citoplasma se vuelve menos azul y más rojo. Los eritrocitos policromáticos constituyen aproximadamente 1 % del total de la masa eritrocítica circulante, y el 99 % restante son eritrocitos normocromáticos. Sin embargo existen especies como los equinos, los bovinos, ovinos y caprinos en los que no se observan en circulación periférica los eritrocitos policromáticos, debido a que la vida media del eritrocito es prolongada y el reticulocito madura en la médula ósea (Swenson y Reece, 1999).

Las células del sistema reticuloendotelial destruyen los eritrocitos viejos, malformados o con inclusiones. Estas células, conocidas también como histiocitos, macrófagos o clasmátocitos, varían en tamaño, aspecto y localización; poseen la propiedad de ingerir materia particulada. Las células reticuloendoteliales incluyen a las células estrelladas o de Kupffer que se encuentran en las paredes de los senos sanguíneos del hígado, a otras células similares del bazo y a ciertas células de la médula ósea y de los ganglios linfáticos. La médula ósea roja es el principal sitio de destrucción de eritrocitos en la mayoría de los animales domésticos; mientras que en el humano es el bazo el más importante; y lo es menos importante en los conejos y en el cobayo; mientras que en las aves el hígado parece ser el sitio principal de destrucción de eritrocitos dañados (Swenson y Reece, 1999).

Es imprescindible señalar que en los mamíferos, después de que el eritroblasto expulsa su núcleo para convertirse en eritrocito (aproximadamente cinco horas después de completar la última mitosis), por razones no conocidas los micronúcleos permanecen en el citoplasma de los eritrocitos jóvenes y es cuando es posible visualizarlos (Schmid, 1975).

BIOMONITORES UTILIZADOS

La prueba de micronúcleos es ampliamente aceptada y es posible utilizarla *in vivo* e *in vitro* en diversas especies, así como en especies de laboratorio y silvestres; entre ellos se encuentra: al humano, rata, ratón, hámster, primates, anfibio, aves, peces y moluscos; y en gran variedad de tejidos como: sangre periférica, reticulocitos de la médula ósea, linfocitos, hepatocitos y en células de mucosa bucal (Zúñiga y Col., 1996; Zúñiga y Col., 2000; Zúñiga y Col., 2001; Álvarez, 2001; Se y Col., 2003; Cristaldi y Col., 2004).

Por otra parte también es posible aplicar esta técnica en plantas, ya que también pueden ser biomonitores de agentes genotóxicos micronucleogénicos; este es el caso del haba y la cebolla (*Vicia faba*, *Allium cepa*) en la que se utilizan los meristemos de la raíz para la observación de los micronúcleos, o *Tradescantia* en la que se utiliza el polen (Grant y Col., 1992; Ma y Col., 1995; Helma y Col., 1995).

En el ratón se presenta un número importante de eritrocitos micronucleados espontáneos, y se recomienda usarlo como un biomonitor de genotóxicos, mediante el conteo de eritrocitos policromáticos y reticulocitos en pruebas a corto tiempo y de exposición aguda a genotóxicos (Kishi y Col., 1992).

En un estudio realizado para determinar la frecuencia de eritrocitos micronucleados en 35 especies de mamíferos, con el objetivo de seleccionar a aquellas que presenten el mayor número de éstos, para proponerlos como probables biomonitores de daño genotóxico; mostró que las especies con valores más altos por cada 10,000 eritrocitos, son: el ratón con 21.4 ± 6.5 , la jirafa con 18.0 ± 0.0 , el gato con 8.4 ± 2.5 , el gato siamés con 11.0 ± 0.9 , el gerbo con 9.4 ± 1.3 , el hámster con 6.3 ± 1.0 , la zarigüeya con 7.5 ± 0.0 y el cerdo con 6.9 ± 4.0 (Zúñiga y Col., 1996).

Investigaciones en sangre periférica de gatos expuestos a colchicina y arabinosa C, durante cuatro días en el estudio de la inducción de micronúcleos, demuestran un incremento significativo de eritrocitos micronucleados (Zúñiga y Col., 1998).

Tradicionalmente, se exponen a los probables biomonitores una vez a un genotóxico conocido y se toman muestras 24 y 48 horas después. Debido a que los eritrocitos policromáticos aparecen en la circulación en este tiempo; su aparición o presencia indica la certeza de que los eritrocitos policromáticos micronucleados son originados por la exposición al agente probado. Los eritrocitos policromáticos son los eritrocitos jóvenes que posteriormente maduran a eritrocitos normocromáticos, y por esta razón,

cuando son expuestos a genotóxicos en forma continua, es notable el incremento de eritrocitos micronucleados, por su acumulación (Zúñiga y Col., 1998; Lodish, 2002).

En un estudio hecho en cerdos jóvenes (16-18 semanas), se encontró incremento significativo de eritrocitos policromáticos micronucleados en sangre periférica, inducidos con diferentes grados de rayos X; demostrando así que es factible usar al cerdo para llevar a cabo la prueba de micronúcleos con el fin estimar daños citogenéticos, así como para valorar el efecto de compuestos potenciales de genotoxicidad. por otra parte, también se demostró 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 (Ludewig y Col., 1991; Cedano y Col., 2011).

Los eritrocitos micronucleados basales encontrados en cerdos jóvenes (5 semanas), es de $17.8 \pm 8.38/10,000$ eritrocitos, que difieren con los obtenidos en cerdos adultos (25 semanas) de $6.9 \pm 4/10,000$; esta diferencia tan marcada de eritrocitos micronucleados entre animales jóvenes y adultos, concuerda con los resultados obtenidos en estudios con ardillas y gatos jóvenes comparados con adultos (Zúñiga y Col., 2001; Zúñiga y Col., 1998; Zúñiga y Col., 2001).

En tanto, los eritrocitos policromáticos micronucleados basales en cerdos de 6 a 7 y de 16 a 18 semanas, se encontraron valores de 3.55 ± 3.0 y 1.76 ± 1.0 respectivamente (Zúñiga y Col., 2001; Ludewig y Col., 1991).

Por otra parte, estudios en niños prematuros, así como en ratas, conejos, cerdos, perros y gatos lactantes, tienen un número espontáneo de eritrocitos micronucleados, debido a que el sistema retículo endotelial es inmaduro a esta edad; por lo contrario en los animales y en el humano, los eritrocitos micronucleados espontáneos disminuyen al aumentar la edad, lo cual pudiera deberse a la maduración del sistema retículo endotelial y por lo tanto una mayor eficiencia en la eliminación de células con inclusiones eritrocitarias (Zúñiga y Col., 2001; Se y Col., 2003).

La presencia de los micronúcleos, 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 micronucleogénicos, los eritrocitos micronucleados se incrementan de manera significativa y pueden ser organismos con características de bioindicadores naturales (Zúñiga y Col., 1998).

Los micronúcleos están presentes espontáneamente en diferentes células, en el caso de los eritrocitos, varían desde 0 hasta 28 eritrocitos micronucleados, dependiendo de la especie y para el caso del humano en función de su condición de esplenectomizado (Zúñiga y Col., 2000; Zúñiga y Col., 1996; Zúñiga y Col., 2001). En el ser humano, en condiciones normales el número de eritrocitos con micronúcleos espontáneos en sangre periférica es casi cero por cada 10,000 eritrocitos (Zúñiga y Col., 1996) y se ha demostrado que aún recibiendo drogas genotóxicas antineoplásicas con conocida micronucleogenicidad, el valor de eritrocitos micronucleados en sangre periférica no se eleva de manera importante; debido a la eficiencia del bazo para eliminar los eritrocitos dañados (Corazza y Col., 1990).

Sin embargo, en pacientes esplenectomizados, se incrementa el número de eritrocitos micronucleados de manera significativa a valores de $29.5 \pm 5.8/10,000$ eritrocitos; y si en estas condiciones los pacientes se exponen a un genotóxico propio de su tratamiento médico, este valor se incrementa hasta $65 \pm 17.7/10,000$ eritrocitos (Zúñiga y Col., 1998).

Por lo tanto, la esplenectomía puede ser utilizada como una herramienta en especies en las que el bazo es el responsable de eliminar a los eritrocitos micronucleados de la circulación (Zúñiga y Col., 1996, Torres-Bugarín y Col., 1999).

En otros animales como el conejo, se encontró un valor basal de eritrocitos micronucleados, bajo el cual no se incrementó con inductores micronucleogénicos; aunque tampoco con la esplenectomía en presencia de inductores; esto indica que en ausencia del bazo, otros órganos como el hígado pudieran suplir la función del bazo. Así mismo, en estudios con hámster, gerbo y rata, expuestos a la colchicina (0.26 mg/kg), y a la arabinosa C (6 mg/kg) durante cuatro días, no se encontró incremento de eritrocitos micronucleados; sin embargo al extirparles el bazo hubo un incremento significativo en el número de eritrocitos micronucleados (Zúñiga y Col., 2001).

La comparación entre estas cuatro especies, demostró que la frecuencia en las ovejas y en el caballo es perceptiblemente más alto el número de micronúcleos en sangre periférica que en médula; mientras que en bovinos es más alta la frecuencia en eritrocitos procedentes de la médula; sin embargo, en cerdos la diferencia no es significativa. Estos resultados podrían indicar que en el bovino y en el cerdo el bazo está implicado en el retiro de eritrocitos de la circulación periférica (Cristaldi y Col., 2004).

CONCLUSIÓN

Se concluye que la prueba de micronúcleos en sangre es ampliamente usada en diferentes especies animales y apoya a otras técnicas diagnosticas de daño genotóxico.

LITERATURA CITADA

ÁLVAREZ MC. 2001. Genética, ambiente y salud. 2ª ed. México: Universidad de Guadalajara.

CEDANO D, Martínez GS, Torres-Bugarín O, Zúñiga GG, Trujillo HB. (2011). Estudio de la factibilidad del cerdo como modelo indicador de agentes genotóxicos mediante el conteo de eritrocitos micronucleados. *Abanico Vet.* 1(2) 21-26.

CORAZZA G, Ginaldi L, Zoli G, Frisoni M, Lalli G, Gasbarrini G, Quaglino D. (1990). Howell-Jolly body counting as a measure of splenic function. A reassessment. *Clinical Lab Haematol.* 12:269-275.

CÓRDOBA D. 2000. Toxicología. 4ª ed. Colombia: Manual Moderno.

CRISTALDI M, Anna L, Udriou I, Zilli R. (2004). Comparative evaluation of background micronucleus frequencies in domestic mammals. *Mutat Res*, 559, 1-9.

DOROTHEA K, Stephen D, Nikki E, Carol R. (1998). An automated method for discriminating aneugen-vs. Clastogen-induced micronuclei. *Environ Mol Mutagen.* 31:340-344.

FUIC A, Mijic A. (1999). In vitro and in vivo micronucleus tests in genotoxicity research. *Arh Hig Rada Toksikol.* 50: 299-306.

GOODMAN GA, Hardman J, Limbird L, Molinoff P, Ruddon R. 1996. *Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica.* 9ª ed. México: Mc. Graw-Hill Interamericana.

GRANT WF, Lee HG, Logan DM, Salamone MF. (1992). The use of *Tradescantia* and *Vicia faba* bioassays for the in situ detection of mutagens in an aquatic environment. *Mutat Res.* 270:53-64.

GRIFFITHS A, Miller J, Suzuki D, Lewontin R, Gelbart W. 2000. *An introduction to genetic analysis.* 7ª ed. USA: Freeman and company.

GUÍZAR-VÁZQUEZ J. 1994. *Genética Clínica.* 2ª ed. Manual Moderno. México.

Hatanaka Y, Kitagawa Y, Toyoda Y, Kawata T, Ando N, Kawabata Y, Iwai M, Arimura H. (1992). Micronucleus test with cyclophosphamide using mouse peripheral blood reticulocytes. *Mutat Res.* 278:99-101.

HEDDLE J, Cimino M, Hayashi M, Romagna F, Shelby M, Tucker J, McGregor J. (1991). Micronuclei as an index of cytogenetic damage : past, present and future. *Environ Mol Mutag.* 18:277- 291.

HELMA C, Kronberg L, Ma TH, Knasmuller S. (1995). Genotoxic effects of the chlorinated hydroxifuranones 3-chloro-4-(dichloromethyl)-5-hydroxy-2(5H)-furanone and 3,4-dichloro-5-hydroxy-2(5H)-furanone in *Tradescantia* micronucleus assay. *Mutat Res.* 346:181-186.

JENA GB, Bhunya SP. 1995. 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.* 334:167-174.

KISHI M, Horiguchi Y, Watanabe S, Hayashi M. (1992). Validation of the mouse peripheral blood micronucleus assay using acridine orange supravital staining with urethane. *Mutat Res.* 278, 205-208.

KLAASSEN CD, Watkins JB. 2001. *Manual de Toxicología.* 5ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana.

LEWIN B. 2000. *Genes VII.* 2ª ed. USA: Oxford University Press, Inc. New York.

LODISH H, Berk A, Zipursky S, Matsudaira P, Baltimore D, Darnell J. 2002. *Biología Celular y Molecular.* 4ª ed. España: Médica Panamericana.

LUDEWIG E, Koch F, Kamprad F, Melzer R. (1991). The micronucleus test in pigs: induction of micronuclei in polychromatic erythrocytes by various doses of x-rays. *Mutat Res.* 249:1-6.

LUQUE J, Herraiz A, 2001. *Biología Molecular e Ingeniería Genética.* 1ª ed.. España: Harcourt.

MA TH, Xu Z, Xu C, McConell H, Rabago EV, Arreola GA, Zhang H. (1995). The improved *Allium/Vicia* root tip micronucleus assay for clastogenicity of environmental pollutants. *Mutat Res.* 334,185-195.

RODRÍGUEZ A, Nieves A, Navas JI, Dorado G, López-Barea J, Pueyo C. (1992). Metal mutagenicity and biochemical studies on bivalve molluscs from Spanish coasts. *Environ Mol Mutagen.* 19:112-124.

SCHMID W. (1975). The micronucleus test. *Mutat Res.* 31:9-15.

SE R K, Tae H K, Si YR, Hae JL, Heon O, Sung KJ, Ki SO, In CP, Jong CK, Chang M K, Sung HK. (2003) Measurement of micronuclei by cytokinesis-block method in human, cattle, goat, pig, rabbit, chicken and fish peripheral blood lymphocytes irradiated *in vitro* with gamma radiation. *In vivo*. 17:433-438.

SWENSON M J, Reece WO. (1999). Fisiología de los Animales Domésticos De Dukes (2ª ed.). México: Limusa.

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

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

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

Zúñiga G, Torres O, Luna J, Zamora A, Gómez B, Ventura A, Ramos A, Ramos M, Ortiz G, Gallegos M. (2000). Spontaneous micronuclei in peripheral blood erythrocytes from 54 animal species (mammals, reptiles and birds): Part two. *Mutat Res*. 467:99-103.

ZÚÑIGA G, Torres O, Ramos M, Zamora A, Gómez B, Ventura A, Ramos A, Ortiz G, Álvarez C, González A, Luna J, Gallegos M. (2001). 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*. 37:173-177.

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

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

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

SISTEMAS SUSTENTABLES 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-sementales-katahdin-mexico-nayarit-iiid-131485067>

Ventas en

**Prolongación Roble No. 131, Col. Pedregal. Tepic, Nayarit, México.
Sra. Fabiola Orozco Ramirez y Dr Sergio Martínez González 311 1221626**