

# ACTIVIDAD OVÁRICA EN CABRAS EXPUESTAS A UN FOTOPERÍODO NATURAL CRECIENTE EN LA COMARCA LAGUNERA

## FEMALE GOATS OVARIAN ACTIVITY EXPOSED TO NATURAL INCREASING PHOTOPERIOD AT THE COMARCA LAGUNERA

Cesar Alberto Meza Herrera<sup>1</sup>, Rafael Zúñiga Enríquez<sup>1</sup> y Homero Salinas González<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Univesitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango. México. [meza2000@hotmail.com](mailto:meza2000@hotmail.com)

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

**RESUMEN.** El objetivo fue determinar el porcentaje de cabras mostrando actividad ovárica mediante la cuantificación de los niveles séricos de progesterona (P4) durante febrero-marzo, meses del año considerados como de baja actividad reproductiva en la Comarca Lagunera. El estudio se desarrolló en el 2003 en la Unidad de Investigación Caprina Sur, URUZA-UACH, (26° LN, 1,117 msnm). Se utilizaron cabras adultas encastadas a Saanen y Alpina (n=30, PV=44.8±2.5 kg, CC=3.45±0.05, 3.5 años), alimentadas al 110% de sus requerimientos nutricionales con heno de alfalfa (14% PC; 1.14 Mcal kg<sup>-1</sup> ENm), ensilado de maíz (8.1% PC, 1.62 Mcal kg<sup>-1</sup> ENm) y maíz rolado (11.2% PC, 2.38% Mcal kg<sup>-1</sup> ENm). Tanto el peso vivo (PV) como la condición corporal (CC) fueron evaluados semanalmente. Muestras de sangre (n=60) fueron colectadas y centrifugadas para evaluar las concentraciones séricas de P4 mediante RIA (CV intraensayo=10%) como un marcador endocrino ya sea de actividad ovárica (Activas, con dos muestras con P4 e" 1 ng mL<sup>-1</sup>) o de anestro (Inactivas, P4 < 1 ng mL<sup>-1</sup>). Mientras los PV y CC fueron evaluados mediante un ANOVA, la distribución de la actividad ovárica consideró pruebas de homogeneidad en tablas de contingencia para cabras activas e inactivas mediante X<sup>2</sup>. Los PV y CC no difirieron (P>0.05) entre cabras activas e inactivas, observando un anestro estacional poco profundo durante los meses de febrero a marzo en la Comarca Lagunera, ya que el 85% de las cabras evaluadas mostraron valores séricos de P4 e" 1 ng mL<sup>-1</sup>. Los resultados sugieren que durante la época teórica de arresto reproductivo en la Comarca Lagunera, las cabras encastadas a Saanen y Alpina mantienen un importante desarrollo folicular, mostrando actividad ovulatoria así como una luteogénesis funcional. Dicho escenario fisiológico pudiera ser manipulado para potenciar la actividad reproductiva en dicha época mediante algunos estímulos externos como el efecto macho o una suplementación nutricional estratégica de corto plazo.

**Palabras clave:** Cabras, estación de anestro, actividad ovárica, progesterona.

**SUMMARY.** The aim of this study was to determine the percentage of goats depicting ovarian activity by quantification of serum progesterone (P4) levels during February and March, months of the year with low reproductive activity in the Comarca Lagunera. The study was developed in the Southern Goat Research Unit-URUZA-UACH (26° NL, 1,117 masl), under a natural increased photoperiod. Adult crossbred goats (Saanen-Alpine x Criollo, n=30, LW=44.8±2.5 kg, BC=3.45±0.05, 3.5 yr.), received a diet to cover 110% of their daily nutritional requirements with alfalfa hay (14% CP; 1.14 Mcal kg<sup>-1</sup> NEm), corn silage (8.1% CP, 1.62 Mcal kg<sup>-1</sup> NEm) and crushed corn (11.2% CP, 2.38% Mcal kg<sup>-1</sup> NEm). Both live weight (LW) and body condition (BC) were collected at weekly intervals. Blood samples (n=60) were collected and centrifuged to evaluate serum P4 concentrations by RIA (Intraassay CV=10%) as an endocrine marker of either luteal activity (Active, two samples with P4 e" 1 ng mL<sup>-1</sup>) or anestrus (Inactive, P4 < 1 ng mL<sup>-1</sup>) goats. While LW and BC were evaluated by ANOVA, the ovarian activity distribution considered homogeneity test by frequency tables for active and inactive goats using the X<sup>2</sup> procedure. Neither LW nor BC differed (P>0.05) between active and inactive goats, observing a non-profound seasonal anestrus during February to March in the Comarca Lagunera. In fact, 85% of the evaluated goats depicted serum values of P4 e" 1 ng mL<sup>-1</sup>. These results suggest that during the theoretical reproductive arrest of goats in the Comarca Lagunera, crossbred goats depict an important folicular development, with ovulatory activity as well as a functional luteogenesis. This physiological scenario could be manipulated to potentiate the reproductive activity of goats in that season by means of some external stimuli such as the male effect or by a strategic nutritional short-term supplementation.

**Key words:** Goats, anestrus season, ovarian activity, progesterone.

### INTRODUCCIÓN

Las razas caprinas presentan características propias que han permitido desarrollarse, prosperar y conservar

su especie a lo largo de la historia, aún en condiciones climáticas, edáficas, orográficas y de vegetación que resultarían extremas para otras especies (Martin, 2003). Esta capacidad ha sido lograda mediante el desarrollo

de adaptaciones evolutivas que permiten a las cabras recorrer largas distancias en busca de alimento, seleccionar las partes vegetativas con mayor contenido nutricional, capacidad de trepar árboles para conseguir alimento de buena calidad, eficiencia hídrica y estacionalidad reproductiva entre otras (Setchell, 1992; Malpaux *et al.*, 1999; Lincoln, 1998).

Dentro de estas adaptaciones, la estacionalidad reproductiva se define como un proceso fisiológico adaptativo tanto de hembras como de machos de varias especies, las cuales tratan de contrarrestar los cambios climáticos estacionales. De ésta forma, se asegura que la época de empadre haga coincidir la época de pariciones con periodos del año que sean favorables con respecto a las condiciones ambientales para las crías y estas sobrevivan (Setchell, 1992; Lincoln, 1998; Gerlach y Aurich, 2000; Zarazaga *et al.*, 2005).

En la actualidad existen especies animales que casi han perdido esta estacionalidad debido al efecto de la domesticación. Sin embargo, tanto hembras y machos de razas de ovinos, caprinos y equinos todavía la conservan, principalmente aquellos animales que se desarrollan en zonas templadas (Setchell, 1992; Mascarenhas *et al.*, 1995; Malpaux *et al.*, 1999; Hoffmann y Landeck, 1999; Gerlach y Aurich, 2000; Pelletier *et al.*, 2000; Zarazaga *et al.*, 2005), y aún bajo condiciones subtropicales (Cerna *et al.*, 2000).

La estacionalidad reproductiva es notablemente controlada por las variaciones en el fotoperiodo, el cual se encarga de sincronizar un ciclo anual de reproducción. Por tanto, es frecuente encontrar que la principal actividad sexual de ciertas razas ovinas y caprinas se observa en los meses con fotoperiodo corto y dicha actividad termina cuando el fotoperiodo aumenta (Woodfill *et al.*, 1991; Hoffman y Landeck, 1999; Cerna *et al.*, 2000; Rivera *et al.*, 2003; Zarazaga *et al.*, 2005).

En regiones con poca variación fotoperiódica como son las tropicales, las cabras pueden reproducirse gran parte del año. En estas latitudes, la disminución de actividad sexual es atribuida más a efectos nutricionales que a fotoperíodos (Zarazaga *et al.*, 2005). Bajo condiciones subtropicales como es el caso particular de la Comarca Lagunera (26° LN), los periodos de actividad e inactividad sexual han sido reportados aún con niveles adecuados de nutrición, lo cual sugiere que la estacionalidad reproductiva probablemente se deba a otros factores del medio ambiente como es el fotoperiodo (Duarte, 2000; Goldman, 2001).

En el caso de las cabras del norte de México, éstas presentan una época de actividad sexual comprendida entre los meses de agosto a enero. Posterior a ella

inicia una disminución de la actividad sexual, ausencia de celo con sus efectos característicos e inactividad ovulatoria, efectos que inician en el mes enero y se mantienen hasta julio (Delgadillo *et al.*, 1999). Al respecto, cabras criollas en el árido oaxaqueño mostraron partos durante todo el año, aunque una mayor proporción de partos ocurrió de diciembre a marzo (Ricardi *et al.*, 2003), durante abril a septiembre en el hemisferio sur (Rivera *et al.*, 2003), así como una baja en la actividad reproductiva de febrero a junio en el hemisferio norte (Amoah *et al.*, 1996).

En un estudio realizado en cabras Nubias con diferentes niveles de encaste a Boer, se observó que mientras las cabras ½ Boer mostraron una amplia estación de empadre, con al menos el 10% de la población mostrando actividad reproductiva durante todo el año, conforme aumentaba el nivel de encaste a Boer se observó una reducción en la amplitud de la época de empadre, sugiriendo una mayor estacionalidad reproductiva conforme se incrementaba el porcentaje de genes Boer (Romero, 2003). Lo anterior puede sugerir la idea de una presencia de estacionalidad reproductiva no muy marcada o profunda, pues cabras sin ningún tipo de tratamiento pueden reproducirse en épocas con fotoperiodos crecientes y con planos nutricional bajos (Ricardi *et al.*, 2003).

El objetivo del presente estudio fue cuantificar la concentración de progesterona en suero en cabras adultas como un marcador endocrino de la actividad ovárica, y en consecuencia de la actividad reproductiva, durante febrero y marzo, meses del año considerados como de menor actividad reproductiva en la Comarca Lagunera.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área experimental

El estudio se realizó en la Unidad de Investigación Caprina Sur, de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. La Unidad se encuentra ubicada en el municipio de Tlahualilo, Durango a 3 km de Bermejillo, Durango, entre las coordenadas UTM (Universal Transversa Mercator) 639935 E y 2864331 N, correspondiendo a las coordenadas geográficas 25°53'31.99" LN y 103°36'11.23" LO, a una altitud de 1,117 msnm (Santos, 1973; SPP, 1981).

### Condiciones ambientales

El clima presente es del tipo seco BW, cálido con oscilaciones térmicas extremas. Los promedios anuales de precipitación y temperatura son 217.1 mm y 22.3°C, respectivamente. El mes más frío es enero con una temperatura mínima de 4°C y el más cálido

junio con temperaturas superiores a los 40°C (Santos, 1973; SPP, 1981).

### Formación de grupos experimentales

Se utilizaron cabras adultas encastadas hacia Saanen y Alpina (n=30, PV=44.8±2.5 kg, CC=3.45, 3.5 años). Las cabras recibieron una dieta a base de heno de alfalfa, ensilado de maíz y maíz rolado, ofreciendo el 110% de sus requerimientos nutricionales ajustados al PV (NRC, 1985). Tanto el PV como la condición corporal (CC) fueron registradas semanalmente con los animales en ayunas. La CC se evaluó mediante palpación dorsal y costal utilizando una escala de 1 (muy flaca) a 5 (muy gorda) de acuerdo a la metodología propuesta por Russel *et al.*, 1969).

Las cabras tuvieron libre acceso a sales minerales, agua limpia y sombras durante el periodo experimental. Las cabras fueron alimentadas dos veces al día: por la mañana (0700) heno de alfalfa y ensilado de maíz, y por la tarde (1800) maíz rolado bajo condiciones naturales de luz (Cuadro 1). Todas las cabras continuaron con la misma dieta durante el periodo experimental bajo condiciones naturales de luz, del 24 de febrero al 28 de marzo del 2003.

### Muestreo intermitente de sangre

Para la realización del muestreo sanguíneo fueron seleccionadas en forma aleatoria 15 cabras. Las muestras sanguíneas fueron colectadas mediante punción de la vena yugular de cada cabra utilizando agujas estériles de 0.8 x 38 mm (Becton Dickinson & Co., Franklin Lakes, USA) y tubos colectores estériles Vacutainer de 10 mL (Corvac, Sherwood Medical, St Louis, MO, USA). El muestreo sanguíneo se realizó el 24 de febrero, 3, 15 y 28 de marzo. Una vez en el laboratorio, la muestra se dejó reposar a temperatura ambiente por un lapso de 30 min hasta observarse la retracción del coágulo. La muestra fue centrifugada (1,500 x g, 15 min), el suero fue colectado y almacenado

a -4° C. Cada muestra de suero con su replica fueron almacenadas en tubos de polipropileno de 2.0 mL. En total se colectaron 4 muestras por cabra, para 60 muestras originales de suero.

### Cuantificación de la hormona progesterona

Todas las muestras de suero (n= 60) colectadas durante el muestreo intermitente fueron evaluadas por su contenido de P4, mediante radioinmunoanálisis (RIA) (Diagnostic Products, Los Angeles, CA, USA). La prueba fue modificada y validada para el uso en suero de rumiantes (Schneider y Hallford, 1996). El coeficiente de variación (CV) intra-ensayo fue del 10%, contando con límite de detección de 0.2 ng mL<sup>-1</sup>. El análisis hormonal fue realizado en el laboratorio de Endocrinología del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Estatal de Nuevo México, EUA.

### Criterios para evaluar la actividad reproductiva en la hembra

Aquellas cabras mostrando dos muestras consecutivas de suero con una concentración sérica de P4 igual o superior a 1 ng mL<sup>-1</sup> fueron clasificadas como reproductivamente activas o en estro. Por su parte, cabras con dos muestras consecutivas de suero con una concentración sérica de P4 inferior a 1 ng mL<sup>-1</sup> fueron clasificadas como reproductivamente inactivas o en anestro (Cushwa *et al.*, 1992).

### Análisis estadístico

Los PV y la CC fueron evaluados mediante un ANOVA dentro de un diseño completamente al azar (Snedecor y Cochran, 1967). El análisis estadístico del porcentaje de cabras reproductivamente activas o inactivas consideró un procedimiento estadístico para tablas de frecuencias analizadas por Ji cuadrada (Xi<sup>2</sup>). Se analizó la información de acuerdo a la distribución para datos categorizados en tablas de contingencia para prueba de homogeneidad entre las cabras activas e inactivas. Todos los análisis utilizaron los procedimientos del paquete estadístico SAS (SAS, 1991).

Cuadro 1. Contenido de Materia Seca (MS, %), Energía Neta para mantenimiento (ENm, Mcal kg<sup>-1</sup>) y Proteína Cruda (PC, %) de los ingredientes de la dieta ofrecida durante el periodo experimental

Ingrediente	MS (%)	PC (%)	ENm (Mcal kg <sup>-1</sup> )
Heno de alfalfa	90.0	14.0	1.14
Ensilado de maíz	80.0	8.1	162
Maíz rolado	86.0	11.2	2.38

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Peso vivo y condición corporal

En el Cuadro 2, se muestran las medias de mínimos cuadrados  $\pm$  el error estándar para peso vivo (PV, Kg), condición corporal (CC), y porcentaje de cabras con o sin actividad ovárica. No existió diferencia ( $P > 0.05$ ) tanto en el PV como la CC entre las cabras activas e inactivas.

**Niveles séricos de progesterona y porcentaje de cabras activas e inactivas** El porcentaje de cabras con actividad ovárica fue de 85.71% mientras que el porcentaje de cabras que no mostraron actividad fue tan sólo de 14.29% (Cuadro 2). Estos resultados indican la presencia de una estacionalidad reproductiva poco marcada con presencia de un anestro poco profundo de febrero a marzo en cabras de la Comarca Lagunera. En efecto, al evaluar el porcentaje de cabras con o sin actividad ovárica durante el fotoperiodo creciente, se observó que el mayor porcentaje de cabras presentaron actividad ovárica (Cuadro 3).

Varios experimentos muestran que tanto el genotipo (Pelletier *et al.*, 2000) como las variaciones fotoperiodicas modifican la actividad reproductiva en machos como en hembras (Legan y Karsch, 1980; Valencia *et al.*, 1990; Woodfill *et al.*, 1991; Setchell, 1992; Mascareñas *et al.*, 1995; Cerna *et al.*, 2000; Gerlach y Aurich, 2000; Duarte, 2000; Rivera *et al.*, 2003). Otros factores como la temperatura (Legan y Karsch, 1980), las relaciones sociales (Restall, 1992),

y la nutrición-condición corporal (Blache *et al.*, 2000; Bruning *et al.*, 2000; Almeida *et al.*, 2001; Viñoles *et al.*, 2002; Zarazaga *et al.*, 2005), parecen actuar solamente como moduladores de la actividad reproductiva de las cabras.

Se ha propuesto que los días cortos inducen la actividad reproductiva (fotoinductores), debido al bloqueo de la acción del estradiol sobre el pulso generador de LH. Por el contrario, los días largos inhiben la actividad reproductiva (fotoinhibidores), ya que el pulso generador de LH se vuelve muy sensitivo a la retroacción negativa que estradiol ejerce sobre el eje hipotálamo-hipófisis. De ésta manera, un nivel basal de estradiol es suficiente para evocar un efecto supresivo y disminuir la descarga de GnRH por el hipotálamo, inhibiendo la ovulación y el ciclo estral (Legan y Karsch, 1980; Thiery *et al.*, 1989; Barrel *et al.*, 1992; Noel *et al.*, 1993; Evans *et al.*, 1994; Goodman, *et al.*, 2000; Johnston *et al.*, 2003).

Los resultados indican que la capacidad de la cabra para mostrar actividad ovárica no depende, al menos en los rangos del presente estudio, del peso vivo, ó la condición corporal. Lo cual indica que al no existir diferencias de las citadas variables entre las cabras activas e inactivas que pudiera suponer una correlación entre estos factores y la continuidad de la actividad sexual. Las cabras con encaste hacia Saanen y Alpinas mostraron un anestro estacional poco profundo durante febrero y marzo, lo cual difiere de lo reportado por Duarte (2000) el cual bajo condiciones de

**Cuadro 2.** Medias de mínimos cuadrados  $\pm$  error estándar para peso vivo (PV, kg), condición corporal (CC, unidades), y promedios del porcentaje de cabras con (Activas) o sin (Inactivas) actividad ovárica bajo un fotoperiodo natural creciente durante febrero y marzo considerados como de arresto reproductivo en la Comarca Lagunera (n=30, 25° LN)

Variable	PV	CC	Porcentaje	NSO <sup>1</sup>	EE <sup>2</sup>
Cabras Activas <sup>3</sup>	43.7 <sup>a</sup>	3.36 <sup>a</sup>	85.71 <sup>a</sup>	0.02	0.36
Cabras Inactivas	43.9 <sup>a</sup>	3.40 <sup>a</sup>	14.29 <sup>b</sup>	0.02	0.36

**Cuadro 3.** Medias de mínimos cuadrados  $\pm$  error estándar para las concentraciones séricas de progesterona (P4, ng mL<sup>-1</sup>) en cabras adultas bajo un fotoperiodo natural creciente durante febrero y marzo considerados como de arresto reproductivo en la Comarca Lagunera (n=30, 25° LN)

Variable	Feb 24	Mar 3	Mar 15	Mar 28	NSO <sup>1</sup>	EE <sup>2</sup>
P4, ng mL <sup>-1</sup>	2.71 <sup>a</sup>	1.82 <sup>a,b</sup>	0.64 <sup>b</sup>	0.64 <sup>b</sup>	0.05	0.93

<sup>1</sup> NSO, nivel de significancia observado.

<sup>2</sup> EE, error estándar de medias más conservador

alimentación y sanidad adecuadas, reportó la presencia de estacionalidad reproductiva de febrero a agosto, sin embargo, el muestreo fue realizado por un período mayor de tiempo.

### CONCLUSIONES

Los pesos vivos y la condición corporal no difirieron ( $P>0.05$ ) entre las cabras reproductivamente activas e inactivas, presentándose actividad ovárica en el 85% de las cabras durante el período febrero-marzo.

El 85% de las cabras encastadas hacia Saanen y Alpino, mostraron un anestro poco profundo durante febrero y marzo, al presentar valores de progesterona iguales o mayores a  $1 \text{ ng mL}^{-1}$  durante el período experimental.

Los resultados sugieren que durante el inicio de la época teórica de anestro reproductivo en la Comarca Lagunera, las cabras encastadas a Saanen y Alpina mantienen un importante desarrollo folicular, mostrando actividad ovulatoria así como una luteogénesis funcional.

La importancia de los resultados permitirá diseñar estrategias reproductivas como lo son la programación de empadres, el uso del efecto macho ó una suplementación estratégica de corto plazo que permitirían impactar en forma positiva el comportamiento reproductivo-productivo de la caprinocultura en la Comarca Lagunera.

### LITERATURA CITADA

- Almeida, F.R.; Mao, J.; Novak, S.; Cosgrove, J.R. y Foxcroft, G.R.. 2001. Effects of different patterns of feed restriction and insulin treatment during the luteal phase on reproductive, metabolic, and endocrine parameters in cyclic gilts. *J. Anim. Sci.* 79:200-212.
- Amoah, E.A.; Gelaye, S.; Guthrie, P. y Rexroad, C.E.. 1996. Breeding season and aspects of reproduction in female goats. *J. Anim. Sci.* 74:723-728.
- Barrel, G.K.; Moenter, S.M.; Caraty, A. y Karsch, F.J. 1992. Seasonal changes of gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe. *Biol. Reprod.* 46:1130-1135.
- Blache, D.; Chagas, L.M.; Blackberry, M.A.; Vercoe, P.E. y Martin, G.B.. 2000. Metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. *J. of Reprod. Ferti.* 120:1-11.
- Bruning, J.C.; Gautam, D.; Burks, D.J.; Gillete, J.; Schubert, M.; Orban, P.C.; Klein, R.; Krone, W.; Müller-Wieland, D. y Kahn, C.R.. 2000. Role of brain insulin receptor in control of body weight and reproduction. *Science* 289:1122-1125.
- Cerna, C.; Porras, A.; Valencia, M.J.; Perera, G. y Zarco, L. 2000. Effect of an inverse subtropical ( $19^{\circ}13'N$ ) photoperiod on ovarian activity, melatonin and prolactin secretion in Pelibuey ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:511-525.
- Cushwa, W.T.; Bradford, G.E.; Stabenfeldt, G.H.; Berger, Y.M. y Rally, M.R.. 1992. Ram influence on ovarian and sexual activity in anestrus ewes: effects of isolation of ewes from rams before joining and date of ram introduction. *J. Anim. Sci.*, 70:1195-1200.
- Delgadillo J.A. y Malpaux, B.. 1996. Reproduction in goats in the tropic and subtropics. VI International Conference in Goats. Beijing, China. Vol: 2, 785-793.
- Delgadillo J.A.; Canedo, G.A.; Chemineau, P. y Malpaux, B. 1999. Evidence for an annual rhythm of reproduction independent of food availability in Creole male goats of subtropical Northern México. *Theriogenology.* 52:727-737.
- Duarte, M.G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas criollas de la Comarca Lagunera. Tesis Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Evans, N.P.; Dahl, G.E.; Glover, B.H. y Karsh, F.J. 1994. Central regulation of pulsatile gonadotropin-releasing hormone (GnRH) secretion by estradiol during the period leading up to the preovulatory GnRH surge in the ewe. *Endocrinology.* 134:1806-1811.
- Gerlach, T. y Aurich, J.E. 2000. Regulation of seasonal reproductive activity in the stallion, ram and hamster. *Anim. Reprod. Sci.* 58:197-213.
- Goldman, D. B. 2001. Mammalian photoperiodic system: formal properties and neuroendocrine mechanisms of photoperiodic time measurement. *J. Biol. Rhythms.* 16:283-301.
- Goodman, L.R.; Thiery-Claude, J.C.; Delaleu, B. y Malpaux, B. 2000. Estradiol increases multiunit electrical activity in the A15 area of ewes exposed to inhibitory photoperiods. *Biol. Reprod.* 63:1352-1357.
- Hoffmann, B. y Landeck, A. 1999. Testicular endocrine function, seasonality and semen quality of the stallion. *Anim. Reprod. Sci.* 1999:89-98.
- Johnston, J.D.; Messenger, S.; Francis, F.; Ebling, J.P.; Williams, L.M.; Barrett, P. y Hazlerigg, D.G. 2003. Gonadotrophin releasing hormone drives melatonin receptor down-regulation in the developing pituitary gland. *PNAS.* 100:2831-2835.
- Legan, S.J. y Karsch, F.J.. 1980. Photoperiodic control of seasonal breeding in ewes: Modulation of the negative feedback action of estradiol. *Biol. Reprod.* 23:1061-1068.
- Lincoln, G.A. 1998. Reproductive seasonality and maturation throughout the complete life-cycle in the mouflon ram (*Ovis musimon*). *Anim. Reprod. Sci.* 53:87-105.
- Malpaux B.; Thiery, J.C. y Chemineau, P. 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.* 39:355-366.
- Martin, B.G. 2003. Interacción genotipo-ambiente en el control neuroendócrino del sistema reproductivo en pequeños rumiantes. I. Consideraciones Generales. III Curso Internacional de Fisiología

- de la Reproducción en pequeños rumiantes. CP. Edo. de México. México.
- Mascarenhas, R.; Simoes-Nunes, A. y Robalo-Silva, J. 1995. Cyclic reproductive activity and efficiency of reproduction in Serrana goats. *Anim. Reprod. Sci.* 38:223-229.
- Noel, B, Bister, J.L. y Paquay, R. 1993. Ovarian follicular dynamics in Suffolk ewes at different periods of year. *J. Reprod. Fertil.* 99:695-700.
- NRC, 1985. Nutrient requirements of goat: Angora, dairy and meat goats in temperated and tropical countries. National Academy Press. USA.
- Pelletier, J.; Bodin, L.; Hanocq, E.; Malpaux, B.; Teyssier, J.; Thimonier, J. y Chemineau, P. 2000. Association between expression of reproductive seasonality and alleles of the gene for Mel<sub>1a</sub> receptor in the ewe. *Biol. Reprod.* 62: 1096-1101.
- Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27:305-318.
- Ricardi de la Cruz, L.C.; Martínez, M.S.; Alejandre, M.E. y Fuentes, G. 2003. Estudio retrospectivo de la distribución de partos a lo largo del año en cabras criollas en Oaxaca. XVIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. BUAP, AMPCA, AC. Puebla, Puebla. México. p. 42-45.
- Rivera, G.M.; Alanis, G.A.; Chaves, M.A.; Ferrero, S.B. y Morillo, H.H. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats in Argentina. *Small Rumin. Res.* 48:109-117.
- Romero V., C. 2003. Distribución de empadres en cabras Boer y Boer x Nubia en el Altiplano Mexicano. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango. México. 40 p.
- Russel, A.J.F.; Doney, J.M. y Gunn, R.G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci. Camb.* 72:451-458.
- Santos, V.S. de los, 1973. Climatología general de la Región Lagunera, 1973. SARH, México. Boletín Agrícola Lagunero.
- SAS, 1991. SAS/STAT User's guide (release 6.03). SAS Institute, Inc. Cary, NC., USA.
- Schneider, F. y Hallford, D.M.. 1996. Use of a rapid progesterone radioimmunoassay to predict pregnancy and fetal numbers in ewes. *Sheep and Goats Res. J.* 12: 33-38.
- Setchell, B.P. 1992. Domestication and reproduction. *Anim. Reprod. Sci.* 28:195-202.
- Snedecor, G.W. y Cochran, W.G. 1967. Statistical methods. 6 ed. The Iowa University Press. Ames, USA.
- SPP. 1981. Carta fisiográfica del Estado de Durango. SPP. México.
- Thiery, J.C.; Martin, G.B.; Tillet, Y.; Caldani, M.; Quentin, M.; Jamain, C. Y Ravault, J.P. 1989. Role of hypothalamic catecholamines in the regulation of luteinizing hormone and prolactin secretion in the ewe during seasonal anestrus. *Neuroendocrinology.* 49:80-87.
- Valencia, J.; Zarco, L.; Ducoing, A.; Murcia, C. y Navarro, H. 1990. Breeding season of criollo and Granadina goats under constant nutritional level in the Mexican highlands. *Livestock Reproduction in Latin America.* 321-333.
- Viñoles, C.M.; Forsberg, G.; Banchero, G. y Rubianes, E. 2002. Ovarian follicular dynamics and endocrine profiles in Polwarth ewes with high and low body condition. *Anim. Sci.* 74:539-545.
- Woodfill, C.J.I.; Robinson, J.E.; Malpaux, B. y Karsch, F.J. 1991. Synchronization of the circannual reproductive rhythm of the ewe by discrete photoperiodic signals. *Biol. Reprod.* 45:110-121.
- Zarazaga, L.A.; Guzman, J.L.; Domínguez, C.; Perez, M.C. y Prieto, R. 2005. Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payoya goats. *Anim. Reprod. Sci.* 87:253-267.