

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LA EXPOSICIÓN CONTINUA A DÍAS LARGOS
ARTIFICIALES EN CABRAS LACTANTES QUE PAREN EN
NOVIEMBRE INCREMENTA EL NÚMERO DE HEMBRAS
QUE OVULAN Y SU PRODUCCIÓN DE LECHE**

POR:

JUAN DAVID ESPARZA BERUMEN

TESIS:

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Marzo 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**



DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**LA EXPOSICIÓN CONTINUA A DÍAS LARGOS
ARTIFICIALES EN CABRAS LACTANTES QUE PAREN EN
NOVIEMBRE INCREMENTA EL NÚMERO DE HEMBRAS
QUE OVULAN Y SU PRODUCCIÓN DE LECHE**

POR:

JUAN DAVID ESPARZA BERUMEN

ASESOR PRINCIPAL

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser "H. Hernández", escrita sobre una línea horizontal que sirve como línea de firma.

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

Torreón, Coahuila, México

Marzo 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LA EXPOSICIÓN CONTINUA A DÍAS LARGOS
ARTIFICIALES EN CABRAS LACTANTES QUE PAREN EN
NOVIEMBRE INCREMENTA EL NÚMERO DE HEMBRAS
QUE OVULAN Y SU PRODUCCIÓN DE LECHE**


POR:

JUAN DAVID ESPARZA BERUMEN

ASESOR PRINCIPAL


DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


M.V.Z. RODRIGO I. SIMÓN ALONSO



**Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal**

Torreón, Coahuila, México

Marzo 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



PRESIDENTE DE JURADO



DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL



DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL



DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL SUPLENTE



DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

Torreón, Coahuila, México

Marzo 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**LA EXPOSICIÓN CONTINUA A DÍAS LARGOS
ARTIFICIALES EN CABRAS LACTANTES QUE PAREN EN
NOVIEMBRE INCREMENTA EL NÚMERO DE HEMBRAS
QUE OVULAN Y SU PRODUCCIÓN DE LECHE
TESIS**

POR:

JUAN DAVID ESPARZA BERUMEN

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría

ASESOR PRINCIPAL:

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

ASESORES:

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

MC. MANUEL DE JESÚS FLORES NÁJERA

Torreón, Coahuila, México

Marzo 2011

DEDICATORIA

A Dios

A ti señor Jesucristo por haberme dado la oportunidad de concluir una meta en mi vida, un sueño anhelado como lo es la carrera de Médico Veterinario Zootecnista. Muchas gracias Dios por ser un amigo conmigo, porque aún en esos momentos cuando te olvidé, ofendí, tu no me diste la espalda y siempre estuviste en los momentos difíciles de mi vida, tú estás ahí señor guiando siempre mis pasos por el camino del bien.

A mi madre

OFELIA ESPARZA BERUMEN

Gracias a mi madre por apoyo que me brindo para poder concluir mi carrera de Médico Veterinario Zootecnista. Gracias por todo, por todo su sacrificio para que yo pudiera concluir esta etapa de mi vida. GRACIAS.

A mis familiares y amigos

Por estar ahí cuando necesitaba de su ayuda y apoyo para todos ellos igual muchas GRACIAS.

AGRADECIMIENTOS

Al DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, gracias por darme la oportunidad, la gran disposición que mostro hacia mí para realizar el presente trabajo de tesis y por su apoyo y asesoramiento, sobre todo por su valiosa amistad, consejos y la confianza brindada, muchas gracias.

Gracias a los asesores por el apoyo, comentarios y consejos que sirvieron para la elaboración de esta tesis. Gracias a: DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ, DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA, DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES, DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA y MC. MANUEL DE JESÚS FLORES NÁJERA.

Gracias al Sr. Fidel Mora y al Sr. Jaime Mora del Ejido Sta. Fe municipio de Torreón Coahuila, por facilitar los animales utilizados en la presente tesis.

A todas aquellas personas y profesores que durante la carrera me apoyaron en mi formación profesional y humana.

A mi Alma Mater (UAAAN- UL) por darme la oportunidad de pertenecer a esta generación de profesionistas y poder así obtener una carrera, conocimiento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
INDICE DE CONTENIDO	viii
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Definición de anestro posparto (AVPP)	4
2.2. A algunos factores que modifican la duración de AVPP	4
2.2.1. Efecto del amamantamiento de las crías y del tiempo al destete sobre la duración del AVPP	4
2.2.2. <i>Influencia de la nutrición, peso y condición corporal sobre el período de inactividad sexual postparto</i>	<i>6</i>
2.2.3. <i>Influencia de la época de año en que ocurre el parto sobre la duración del AVPP</i>	<i>9</i>
2.2.4. <i>Influencia del fotoperíodo sobre la producción de leche</i>	<i>10</i>
2.2.5. <i>Influencia del fotoperíodo sobre la duración del AVPP</i>	<i>11</i>
OBJETIVO	14
HIPÓTESIS	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15

3.1. Lugar del experimento.....	15
3.2. Animales experimentales y sincronización de la reproducción.....	15
3.3. Formación de grupos experimentales, manejo y alimentación.....	16
3.4. Variables evaluadas y definición de variables	17
3.4.1. <i>Actividad ovulatoria postparto</i>	17
3.4.2. <i>Produccion de leche</i>	18
3.4.3. <i>Evolución de la condición corporal</i>	18
3.5. Análisis de datos	19
IV. RESULTADOS	20
4.1. <i>Actividad ovárica postparto</i>	20
4.2. <i>Produccion de leche</i>	21
4.3. <i>Evolución de la condición corporal</i>	22
V. DISCUSION	24
VI. CONCLUSIONES	27
LITERATURA CITADA	28

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Proporción acumulada de cabras que ovularon durante el tiempo de estudio. Un grupo de cabras (n=16) fue mantenido bajo las condiciones de fotoperiodo natural (●), mientras que otro grupo de ellas se mantuvo bajo un fotoperiodo de días largos artificiales (○). Diferencia significativa entre GDN y GDL (P= 0.05, prueba de Kolmogorov-Smirnof). 21
- Figura 2.** Evolución promedio (\pm sem) de la producción diaria de leche en las cabras mantenidas bajo las condiciones de fotoperiodo natural a partir del otoño (GFN, ●, n=16) y en aquellas que fueron mantenidas bajo un fotoperiodo de días largos artificiales (GDL, ○, n=16). *, ** = diferencia entre grupos (P<0.05 y P<0.001, respectivamente). 22
- Tabla 1** Condición corporal promedio (\pm sem) de las cabras que parieron en otoño y que se mantuvieron bajo el fotoperiodo natural (GDN; n=16) o que fueron expuestas a partir del día 10 postparto a un fotoperiodo artificial de días largos (GDL; n=16). 23

RESUMEN

El objetivo de la presente tesis fue investigar si la exposición continua a días largos artificiales en las cabras lactantes de la Comarca Lagunera que paren en otoño de (16 h luz: 8 h oscuridad) influye sobre la proporción de hembras con anovulación postparto y sobre la producción de leche. Para ello, se utilizó un grupo de 16 cabras lactantes que parieron en noviembre y que fueron ordeñadas manualmente después del destete de sus crías y que percibieron el fotoperiodo natural en esa época (GDN). Otro grupo de 16 cabras fue expuesto a días largos artificiales a partir del día 10 de lactancia (GDL). La fecha promedio del parto (\pm el error estándar del promedio: EEP) fue el 8 de noviembre \pm 1.9 días y el número promedio de crías por hembra fue de 1.8 ± 0.1 . La actividad ovulatoria de todas las cabras se determinó mediante ultrasonografía transrectal realizada a los 14, 26, 40, 58, 73, 83, 104, 118, 138, 150 y a los 158 días postparto. La producción de leche de todas las hembras se evaluó cada semana iniciando el día 7 de lactancia hasta el día 140. Hasta los primeros 83 días postparto ninguna cabra en ambos grupos mostró ovulación postparto ($P > 0.05$). Sin embargo, del día 104 al 158 la proporción acumulada de cabras con ovulación postparto fue mayor ($P < 0.01$) en las cabras del GDL (11/16; 69%) que en las cabras del GDN (2/16, 12.5%). Las cabras del GDL produjeron en promedio 17% más leche ($P < 0.001$) durante el estudio que las cabras del GDN. Se concluye que la exposición continua durante 5 meses a días largos

artificiales en cabras lactantes que paren en noviembre incrementa el número de hembras que ovulan al final del tratamiento y su producción de leche.

Palabras Clave: cabras, anovulación postparto, fotoperiodo de días largos, lactancia, exposición continua.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las cabras (*Capra hircus*) y ovejas (*Ovis aries*) domésticas originarias de zonas templadas y subtropicales manifiestan una actividad reproductiva estacional, y se ha reconocido al fotoperiodo como el elemento principal en la regulación de dicha actividad reproductiva (Legan y Karsch, 1979 Duarte *et al.*, 2008). De este modo, las hembras caprinas de la Comarca Lagunera exhiben una actividad sexual que inicia en septiembre y finaliza en febrero, por lo que el anestro o también llamado período de inactividad sexual se observa de marzo a agosto (Duarte *et al.*, 2010).

La anovulación posparto (AVPP) es el período que transcurre del parto a la primera ovulación postparto. En los rumiantes como en otras especies, la duración de este periodo depende entre otros factores, de la raza, la nutrición, el amamantamiento de las crías y la época del año en que ocurren los partos (Mauléon y Dausier, 1965; Peters y Lamming, 1990; Delgadillo *et al.*, 1998). Con respecto a este último factor, en las cabras criollas del norte de México se demostró que cuando los partos ocurren en el mes de octubre, el periodo AVPP es más corto (50 días) que cuando las cabras paren en enero (200 días) o en mayo (100 días; Delgadillo *et al.*, 1998). Las diferencias en la duración de la AVPP reportadas en el estudio de Delgadillo *et al* (1998) se deben, probablemente, al patrón estacional reproductivo que tienen las cabras, y al hecho de que el reinicio de la actividad ovulatoria de las

hembras estacionales ocurre solamente durante la estación sexual natural, la cual se desarrolla, en las cabras del norte de México, de septiembre a febrero (Duarte *et al.*, 2010). El período de AVPP es más corto cuando los partos ocurren antes del inicio o durante la estación sexual y esto se asocia con los cambios del fotoperiodo, el cual determina el ciclo anual de reproducción (Duarte *et al.*, 2010).

Además, en estas especies se ha demostrado que cuando el tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales es aplicado durante la lactancia, las hembras incrementan su producción de leche (mayor al 15%), comparado con las hembras mantenidas en días cortos artificiales (Mejía, 2007). Sin embargo, el reinicio de la actividad ovárica posparto de estas hembras es inhibida completamente durante los primeros 60 y 75 días de lactancia (en ovejas y cabras, respectivamente (Bocquier *et al.*, 1993; Mejía, 2007). Recientemente se reportó que en las cabras mediterráneas no lactantes, ni gestantes que fueron sometidas continuamente a un fotoperiodo de días largos artificiales a partir del solsticio de verano, iniciaron su actividad ovárica aproximadamente a los 90 días de exposición (Gómez-Brunet *et al.*, 2010). Estos autores indicaron que este inicio de la actividad ovulatoria se debió a la instalación de un estado refractario a dicho fotoperiodo y por ello ellas iniciaron su actividad sexual. Sin embargo, la historia fotoperiódica previa puede modificar este período. En el anterior estudio, las cabras percibieron previamente días largos. En cambio, Maeda *et al.* (1988) reportaron que cuando las cabras reciben previamente días cortos artificiales y después días largos, las hembras comienzan a ovular entre los 150 a 200 días de exposición, también debido a la expresión de un estado refractario a los días largos. En las cabras lactantes no se ha estudiado hasta cuándo se presenta el estado refractario debido a la exposición a días largos y así iniciar su actividad sexual

postparto. Una posibilidad es que en estudios previos (Bocquier *et al.*, 1993 y Mejía *et al.*, 2007), las hembras lactantes requirieron de más tiempo para que se estableciera el estado refractario y así iniciar la ovulación postparto. Por tal motivo, el presente estudio se llevó a cabo para determinar el efecto de la exposición a días largos artificiales a largo plazo (5 meses) sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto y su efecto en la producción de leche en un grupo de cabras paridas en el otoño.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2. 1. Definición del período de anovulación

En hembras mamíferos y en particular en los pequeños rumiantes, el período de anovulación (AVPP) es el periodo que transcurre desde el parto hasta el reinicio de los ciclos estrales y ováricos (Hanzen, 1986). La duración de este periodo es variable según la especie y puede ser influenciado por diversos factores sociales y medioambientales.

2.2. Factores que modifican la duración del período de AVPP

2.2.1. Efecto del amamantamiento de las crías y del tiempo al destete sobre la duración del periodo de AVPP

El estímulo generado en la glándula mamaria debido al amamantamiento de las crías influye en la duración del período de AVPP (Montiel y Ahuja, 2005). En hembras que amamantan a sus crías, la duración del período de AVPP es más prolongado que en aquellas que no lo hacen (Mauléon y Dausier, 1965; Short *et al.*, 1972; Pérez *et al.*, 2001). En vacas Cebú de Etiopía, el continuo amamantamiento de las crías o una interacción vaca-becerro sin permitir el amamantamiento extienden el intervalo de AVPP (Mukasa-Mugerwa *et al.*, 1991). Estos autores demostraron que

cuando las vacas permanecieron libremente con sus becerros, la AVPP fue más largo (133 días), que en las vacas que tenían sus becerros pero que no se les permitía amamantarlos (72 días), mientras que en las vacas a las cuales se les retiró el becerro desde el nacimiento (43 días). De igual manera, Wiltbank y Cook (1958) mostraron que las vacas que se ordeñaban dos veces al día presentaban intervalos de anestro postparto más cortos y mostraban una eficiencia reproductiva mejor que aquellas vacas que amamantaban a sus becerros. Hoffman *et al.* (1996) indican que la ovulación en vacas a las cuales se les ha separado la cría se produce antes que en los animales que amamantan continuamente a sus becerros.

Sin embargo, en las razas de ovejas y cabras que muestran reproducción estacional, el efecto del amamantamiento sobre el período de AVPP es evidente sólo cuando las hembras paren durante la época natural de reproducción (McNeilly, 1994; Delgadillo *et al.*, 1998). En cabras que paren en enero y en las cuales las crías son destetadas a los 30 días de edad, sólo el tiempo promedio por amamantamiento se relacionó positivamente con la duración del anestro postparto, el cual duró 208 días (Rosales, 1994; Delgadillo *et al.*, 1997). En cambio, cuando estas mismas cabras paren durante la época natural de reproducción, la duración del periodo del anestro postparto fue correlacionado positivamente con la frecuencia del amamantamiento ($r = 0.83$; $P < 0.05$) y con el tiempo total de amamantamiento ($r = 0.82$; $P < 0.05$) durante la tercer semana postparto (Aguilar *et al.*, 1997). Lo anterior coincide con lo reportado en ovejas, en las que se encontró que existe una relación positiva entre la frecuencia de amamantamiento durante las dos semanas de lactación con la duración del anestro postparto (Fletcher *et al.*, 1971).

En las ovejas de la raza Pelibuey, el amamantamiento también ejerce un efecto inhibitorio en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto. En esta raza, se ha observado que reduciendo el periodo de amamantamiento a sólo 30 min/día disminuye el intervalo de AVPP (Morales-Terán *et al.*, 2004).

El tiempo a que se realiza el destete de las crías modifica también de manera importante la duración del período de AVPP (Delgadillo *et al.*, 1998). Así, en las cabras criollas del subtrópico mexicano (26° Norte), cuando las hembras paren en octubre durante el período natural de reproducción y que se les desteta sus crías a los 2 días postparto, muestran un período de AVPP más corto (40 días) que en las que se les desteta a los 30 días (55 días) o a las que se les desteta a los 90 días (80 días).

2.2.2. Influencia de la nutrición, peso y condición corporal sobre el período de inactividad sexual postparto

En vacas, la condición y el peso corporal postparto tienen un efecto directo sobre el desempeño reproductivo posterior al parto (Holness y Hopley, 1982; Rakestraw *et al.*, 1986; Richards *et al.*, 1986). En efecto, las vacas lecheras que parieron con una buena condición corporal (CC) presentaron conducta de estro más pronto que aquellas con baja CC, independiente de la variación de peso verificada en ese período (Fulkerson *et al.*, 1984). Asimismo, vacas que parieron con CC inferior

presentaron intervalos prolongados parto-primer estro y parto-concepción (Short *et al.*, 1990). Asimismo, Richards *et al.* (1986) determinaron que por cada unidad de incremento en la CC de las hembras al parto, el anestro postparto se redujo en 86 días. Wright *et al.* (1987) encontraron que por cada unidad de incremento en la CC al parto el anestro postparto se redujo en 42 días.

Sin embargo, en esta misma especie algunos estudios no pudieron demostrar un efecto del régimen de alimentación (bajo, medio y alto en relación al contenido energético de la dieta) sobre la duración del anestro postparto (Wright *et al.*, 1992). Aunque en este anterior estudio, se demostró claramente que existe una correlación negativa entre la CC al parto y la duración del anestro postparto.

El período de anestro postparto puede variar sustancialmente en cabras de origen tropical y se ha señalado que la disponibilidad de alimento es el principal factor medioambiental que determina la duración de este período (Gonzalez-Stagnaro, 1984). En las cabras de Brasil, se reportó que el peso y la condición corporal de la madre son también importantes, porque madres con un peso más bajo de lo normal o con una condición corporal no adecuada al momento del parto producen cabritos de menor peso, menos leche y un anestro postparto es más prolongado (Andrioli *et al.*, 1992). También, recientemente Freitas *et al.* (2004) encontraron en cabras Saanen en el norte de Brasil que existe una correlación negativa significativa ($r = -0.45$) entre la condición corporal al parto y la duración del anestro postparto. Asimismo, en las cabras criollas de la Comarca Lagunera que paren en el mes de mayo, Flores (1996), encontró una correlación negativa entre el peso corporal al

momento del parto y la duración del anestro postparto. Estudios recientes han demostrado que cuando se suplementan las cabras explotadas extensivamente y que son sometidas al efecto macho, la incidencia de estros es mayor en los primeros 5 días de exposición (92%) que en las no suplementadas (60%). Asimismo, el porcentaje de cabras que ovularon en los 15 días de permanencia del macho fue mayor en las suplementadas que en las no suplementadas (100% vs. 84%, respectivamente; De Santiago-Miramontes *et al.*, 2005). Este ejemplo demuestra que la suplementación alimenticia influye a corto plazo sobre la respuesta reproductiva, por lo que es posible que el régimen alimenticio al que son sometidos los animales afecte también de manera importante la reproducción postparto.

En ovejas, un estado nutricional restringido antes del parto retarda el reinicio de la actividad sexual postparto (Hunter y Van Aarde, 1973). Por ejemplo, Wright *et al.* (1990) demostraron que las ovejas con pobre condición corporal al parto, debido a un bajo régimen nutricional durante la gestación, el AVPP fue más largo (65 días) que en las ovejas cuya alimentación cubrió adecuadamente sus necesidades alimenticias durante la gestación (38 días). De manera similar, Abecia *et al.* (1993) reportaron que en las ovejas de la raza Aragonesa, una suplementación proteica durante el periodo postparto incrementó la tasa ovulatoria comparado con las ovejas no suplementadas.

En conclusión, los argumentos anteriores señalan que en los rumiantes, la nutrición y la condición corporal son de los factores más determinantes que regulan la duración del período de AVPP o del anestro postparto.

2.2.3. Influencia de la época de año en que ocurre el parto sobre la duración del período de AVPP

La época del año en que ocurren los partos tiene un papel relevante sobre la duración del período de AVPP. Con respecto a este factor, en las cabras criollas del norte de México se demostró que cuando los partos ocurren en el mes de octubre, el periodo AVPP es más corto (50 días) que cuando las cabras paren en enero (200 días) o en mayo (100 días) (Delgadillo *et al.*, 1998). Las diferencias en la duración de la AVPP reportadas en el estudio de Delgadillo *et al.* (1998) se deben, probablemente, al patrón estacional reproductivo que tienen las cabras, y al hecho de que el reinicio de la actividad ovulatoria de las hembras estacionales ocurre solamente durante la estación sexual natural; la cual se desarrolla, en las cabras del norte de México, de septiembre a febrero (Duarte *et al.*, 2008). El período de AVPP es más corto cuando los partos ocurren antes del inicio o durante la estación sexual y esto se asocia con los cambios del fotoperiodo, el cual determina el ciclo anual de reproducción (Duarte *et al.*, 2008). Lo anterior se debe a que estos animales muestran un patrón de reproducción estacional.

En ovejas se han encontrado resultados similares (Mauléon y Dausier, 1965; Pope *et al.*, 1989; Lahlou-Kassi *et al.*, 1989). Por ejemplo, en las ovejas D'Man en Marruecos, el AVPP es más largo cuando los partos ocurren en enero y febrero, que cuando ocurren en noviembre. Una duración intermedia (45 a 60 días) se observó cuando los partos ocurrieron de mayo a junio (Lahlou-Kassi *et al.*, 1989). También, en ovejas Pelibuey se ha demostrado que el anestro postparto varía según el mes en

que ocurre el parto. Así, en un estudio se determinaron tres niveles de duración de este intervalo en relación al mes en el cual ocurrió el parto: corta (26 días), ocurre cuando los partos suceden en junio, julio, septiembre, octubre y noviembre; mediana (47 días) cuando los partos ocurren en mayo y diciembre; largo (71 días), se presenta cuando las hembras paren de enero a abril (Rodríguez-Castillo *et al.*, 2001).

2.2.4. Influencia del fotoperiodo sobre la producción de leche

El primer reporte que sugirió que la producción de leche en cabras ovariectomizadas fluctuaba a través de las estaciones del año fue realizado por Linzell (1973). Este investigador demostró por vez primera que la mayor producción de leche se presenta durante los días largos del verano y disminuía durante los días cortos del otoño e invierno. En vacas Holstein, la exposición a días largos artificiales incrementa hasta 2 kg/día/vaca la producción de leche (Dahl, 2008). De manera similar, las ovejas y cabras lactantes expuestas a días largos artificiales produjeron una mayor cantidad de leche (25 y 16%, respectivamente) que las hembras mantenidas en días cortos artificiales o naturales (Bocquier *et al.*, 1993; Hernández *et al.*, 2007).

2.2.5. Influencia del fotoperiodo sobre la duración del AVPP

Se conoce que el fotoperiodo (duración de horas luz/día) es la principal causa ambiental que controla la actividad reproductiva anual de los pequeños rumiantes localizados en regiones templadas y subtropicales (Malpaux *et al.*, 1989; Duarte *et*

al., 2010). La información fotoperiódica es conducida mediante vías neuronales de la retina a la glándula pineal, donde la señal de luz se traduce en un ciclo diario de secreción de melatonina: alta en la noche y mínima en el día, lo cual provee información de la duración del día a los animales (Thiéry *et al.*, 2002). De esta manera, existe una variación en la duración de la secreción de melatonina que depende de la época del año (mayor en otoño-invierno, menor en primavera-verano). A su vez, esta variación en la duración de secreción de melatonina induce cambios en la secreción hormonal hipotalámica y por ende en la secreción de la hormona luteinizante (LH) de la pituitaria, que finalmente controla el estado reproductivo (Rosa y Bryant, 2002). En condiciones de fotoperiodo artificial, los días cortos estimulan la actividad reproductiva, mientras los días largos pueden inhibirla. Efectivamente, en las cabras locales del subtrópico Mexicano sujetas a alternancias de tres meses de días largos (14 horas de luz/día) y tres meses de días cortos (10 horas de luz/día), las ovulaciones iniciaron consistentemente en los días cortos y terminaron en los días largos (Duarte *et al.*, 2010).

Por ello, las variaciones en la duración del período de AVPP en diferentes épocas de parto son asociadas a las variaciones en la duración del día registradas durante las distintas estaciones del año (Abi Salloum y Claus, 2005). De hecho, en ovejas Préalpes que fueron sometidas a un fotoperiodo artificial de días largos a partir del parto, ninguna hembra mostró ovulación en los dos primeros meses postparto; en cambio, todas las ovejas mantenidas en un fotoperiodo de días cortos ovularon (Boquier *et al.*, 1993). Resultados similares encontraron Abi Salloum y Claus (2005) en las ovejas Merino alemanas, en las cuales se observó que después

del destete el porcentaje de hembras cíclicas fue mayor en las ovejas mantenidas en un fotoperiodo natural (días cortos; 75%) que en las que recibieron días largos artificiales a partir de la segunda semana postparto (20 horas de luz/día; 51%).

En ovejas de origen tropical también el fotoperiodo puede afectar la duración del período de anestro postparto. En efecto, Cerna *et al.* (2004), demostraron que el intervalo del parto a la primera ovulación en ovejas Pelibuey fue modificado al ser expuestas a diferentes fotoperiodos. Así, las ovejas expuestas a un fotoperiodo decreciente (similar al que se presenta en otoño) tuvieron un periodo de anovulación más corto (73 días) que las ovejas mantenidas bajo un fotoperiodo natural (19° Norte; 104 días).

Además, en estas especies se ha demostrado que cuando el tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales es aplicado durante la lactancia, las hembras incrementan su producción de leche (mayor al 15%), comparado con las hembras mantenidas en días cortos artificiales (Mejía, 2007). Sin embargo, el reinicio de la actividad ovárica posparto de estas hembras es inhibida completamente durante los primeros 60 y 75 días de lactancia (en ovejas y cabras, respectivamente, (Bocquier *et al.*, 1993; Mejía, 2007). Recientemente se reportó que en las cabras mediterráneas no lactantes, ni gestantes que fueron sometidas continuamente a un fotoperiodo de días largos artificiales a partir del solsticio de verano, iniciaron su actividad ovárica aproximadamente los 90 días de exposición (Gómez-Brunet *et al.*, 2010). Estos autores indicaron que este inicio de la actividad ovulatoria se debió a la instalación de un estado refractario a dicho fotoperiodo y por ello ellas iniciaron su actividad sexual.

Sin embargo, la historia fotoperiódica previa puede modificar este período. En el anterior estudio, las cabras percibieron previamente días largos. En cambio, Maeda *et al.* (1988) reportaron que cuando las cabras reciben previamente días cortos artificiales y después días largos, las hembras comienzan a ovular hasta los 150 a 200 días de exposición, también debido a la expresión de un estado refractario a los días largos. En las cabras lactantes no se ha estudiado hasta cuándo se presenta el estado refractario debido a la exposición a días largos y así iniciar su actividad sexual postparto. Una posibilidad es que en los estudios previos (Bocquier *et al.*, 1993 y Mejía *et al.*, 2007) las hembras lactantes requirieron de más tiempo para que se estableciera el estado refractario y así iniciar la ovulación postparto. Por lo tal motivo, el presente estudio fue llevado a cabo para determinar el efecto de la exposición a días largos artificiales a largo plazo (5 meses) sobre el reinicio de la actividad ovárica postparto y su efecto en la producción de leche en un grupo de cabras paridas en el otoño.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue investigar si la continua exposición a días largos artificiales modifica el reinicio de la ovulación postparto y la producción láctea en las cabras criollas de la Comarca Lagunera que paren en Noviembre.

HIPÓTESIS

La continua exposición a días largos artificiales durante 5 meses en las cabras lactantes de la Comarca Lagunera que paren en Noviembre induce la actividad ovárica postparto en un mayor número de hembras e incrementa su producción láctea, comparado con las hembras que percibirán los días cortos naturales en esa época.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar del experimento

El presente estudio se realizó en el ejido Santa Fé, municipio de Torreón Coahuila. Este municipio se encuentra en la Región Lagunera en el estado de Coahuila, México (latitud 26° 23' N; longitud, 104° 47' O). En esta región, el fotoperiodo varía de 10 h 19 min durante el solsticio invierno a 13 h 41 min durante el solsticio de verano.

3.2. Animales experimentales y sincronización de la reproducción

Se utilizaron 32 hembras caprinas criollas que pertenecían a un rebaño comercial de 100 animales mantenidos bajo condiciones de estabulación y manejo intensivo. Las características fenotípicas de los animales locales de la Comarca Lagunera los fueron descritas previamente por Delgadillo *et al.* (1999). En ausencia de machos cabríos, el inicio de la estación sexual anual de estas hembras comienza en Septiembre y finaliza en Febrero, observándose un periodo de anestro estacional de Marzo a Agosto (Duarte *et al.*, 2008). Para efecto de obtener partos durante la estación de otoño, el empadre de las hembras se realizó en el mes junio induciendo y sincronizando su actividad sexual mediante la técnica del efecto macho. La fecha

promedio del parto (\pm el error estándar del promedio: EEP) fue el 8 de noviembre \pm 1.9 días y el número promedio de crías por hembra fue de 1.8 ± 0.1 . La alimentación de las hembras durante todo el estudio consistió de 4 kg de ensilaje de sorgo (2.17 Mcal EM/kg MS; 9.4% PC) y 1 kg de concentrado comercial por animal (14% PC). El agua y las sales minerales se proporcionaron a libre acceso.

3.3. Formación de grupos experimentales, manejo y alimentación

Después del parto, a los 5 ± 1.0 días en base a su condición corporal, número de crías y producción de leche, las hembras se dividieron en 2 grupos experimentales: un grupo de cabras fue mantenido en un corral abierto provisto con sombra en donde recibían las variaciones naturales del fotoperiodo (grupo días naturales; GDN; n=16). El otro grupo de cabras se mantuvo en un corral abierto provisto también con sombra y que además estaba equipado con lámparas fluorescentes que durante las noches proporcionaban 400 lux al nivel de los ojos de los animales. En este grupo los animales comenzaron a recibir días largos artificiales (16 horas luz: 8 horas oscuridad) del día 10 hasta los 140 días postparto (grupo días largos; GDL; n=16). En el corral de este grupo, el encendido y apagado de la luz se efectuó con relojes automáticos y programables (Interamic, Timerold, USA). El alba (encendido de la luz) se fijó diariamente a las 06:00 horas. La luz se apagó cuando exista suficiente luz natural (09:00 horas). Después, ésta fue encendida nuevamente antes del crepúsculo natural (17:00 horas) y se apagaba a las 22:00 horas. Esto permitió que los animales percibieran días largos de 16 horas de luz por día durante el estudio. La distancia entre los 2 corrales experimentales fue de 75 m y para evitar

que durante el encendido de la luz en el corral del GDL, ésta se reflejara en el corral del GDN diariamente se bajaba una cortina que impedía el paso de la luz. Al apagarse las lámparas, se recogía la cortina en dicho corral.

En ambos grupos, las hembras amamantaron a sus crías durante los primeros 28 días postparto, etapa a la cual se realizó el destete de todas las crías. Después del destete, la mitad de las hembras en cada grupo fue ordeñada manualmente 1 vez/día, mientras que la otra mitad del grupo recibió 2 ordeñas manuales/día. Durante todo el estudio, todas las hembras estuvieron libres de percibir alguna señal táctil, visual, olfativa o auditiva de algún macho cabrío.

3.4. Variables evaluadas

3.4.1. *Actividad ovulatoria postparto*

En las cabras de los dos grupos, la actividad ovulatoria se determinó a los 14, 26, 40, 58, 73, 83, 104, 118, 138, 150 y a los 158 días postparto. Para ello, en cada ocasión se realizaba una ecografía transrectal, usando un transductor rígido de tiempo real (modo B; 7.5 Mhz; Aloka, Japón). La técnica utilizada para realizar las ecografías, fue la descrita por Ginther y Kot (1994) con la modificación de no evacuar las heces. Se consideró que una hembra había ovulado cuando se observó claramente al menos un cuerpo lúteo en alguno de los 2 ovarios durante el ultrasonido realizado. Se registró la fecha y el número de la cabra que ovuló.

3.4.2. Producción de leche

Se determinó en todas las cabras cada semana a partir de los 7 días y hasta el día 140 de lactancia. Cuando las cabras permanecieron con sus crías, éstas no fueron ordeñadas y la producción de leche se evaluó mediante la técnica del peso diferencial de las crías antes y después de amamantarse (Ricoardeau *et al.*, 1960). Después del destete, la producción de leche se evaluó mediante la ordeña, midiendo directamente la cantidad obtenida al pesarla en una báscula con una capacidad de 40 kg y una precisión de 0.05 kg. En las cabras que fueron ordeñadas una vez/día este procedimiento se realizó extrayendo la leche contenida en las glándulas mamarias un día previo y veinticuatro horas después se ordeño nuevamente y se registró la cantidad obtenida. En el caso de las cabras ordeñadas 2 veces/día también se vaciaron las glándulas mamarias un día previo y posteriormente se consideró lo obtenido en 2 ordeñas realizadas con un intervalo de 12 h. En ambos casos después de cada ordeña se les aplicaba de 2 UI de oxitocina para obtener la leche residual y ésta fue adicionada a la cantidad de leche obtenida en las ordeñas. Con los datos individuales, se calculó un promedio de producción de leche/grupo.

3.4.3. Evolución de la condición corporal

En las hembras de los dos grupos, la condición corporal (CC) se determinó cada 2 semanas hasta el final del experimento. Para medir la CC se utilizó el método descrito previamente en cabras por Walkden-Brown *et al.* (1997). Para ello, se usó una escala de 1 a 4 en la que: 1 correspondió a un animal muy descarnado permitiendo el paso de los dedos entre los espacios espinosos de las vértebras lumbares, 2 correspondió a un animal descarnado con poco tejido muscular que no

permitía el libre paso de los dedos entre las vértebras lumbares, 3 correspondió a una animal que mostró una cantidad de masa muscular adecuada y 4 a un animal que tenía abundante masa muscular y grasa en la región lumbar dándole una forma redondeada.

3.5. Análisis de datos

La proporción acumulada de cabras que mostraron ovulación hasta el final del estudio se comparó entre grupos mediante una prueba de Kolmogorv-Smirnov. Para comparar la producción de leche entre los 2 grupos durante el estudio se utilizó un análisis de varianza para medidas repetidas (MANOVA) considerando 2 factores (tiempo de estudio y tratamiento). Este mismo método se usó para analizar la evolución de la CC a través del tiempo de estudio. Los datos de la actividad ovárica a través del tiempo de estudio son expresados en porcentaje. La CC y la producción láctea fueron expresados en promedio (\pm error estándar del promedio).

IV. RESULTADOS

4.1. *Actividad ovárica postparto*

Como en cada grupo el porcentaje de cabras que ovularon no fue diferente ($P>0.05$) entre las hembras ordeñadas una y 2 veces/día, esta variable fue analizada considerando solamente el tratamiento de luz (GDN vs GDL). Durante los primeros 83 días postparto ninguna cabra en ambos grupos ovuló. Sin embargo, del día 104 hasta el día 158 postparto, la proporción de cabras que ovularon fue mayor ($P<0.01$) en el GDL (11/16, 69%) que en el GDN (2/16, 12.5%; Figura 1).

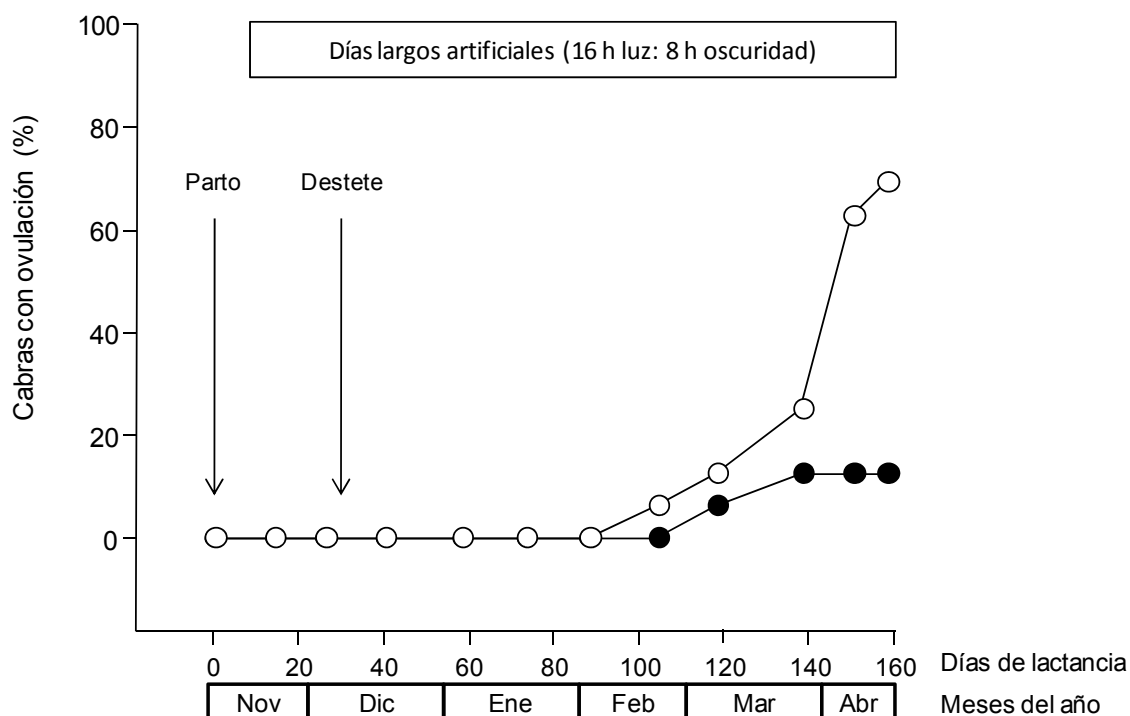


Figura 1. Proporción acumulada de cabras que ovularon durante el tiempo de estudio. Un grupo de cabras (n=16) fue mantenido bajo las condiciones de fotoperíodo natural (●), mientras que otro grupo de ellas se mantuvo bajo un fotoperíodo de días largos artificiales (○). Diferencia significativa entre GDN y GDL (P= 0.05, prueba de Kolmogorov-Smirnof).

4.2. Producción de leche

La producción diaria promedio de leche obtenida durante los primeros 28 días de lactancia, que es cuando las crías fueron amamantadas no difirió entre los 2 grupos (P>0.05; Figura 2). Sin embargo, después del destete de las crías existió un efecto del fotoperíodo largo artificial (P<0.001), así como un efecto de la semana de lactancia (P<0.001) y se encontró una interacción entre estos 2 factores (P<0.001). Así, se observó un incremento en la producción de leche en las cabras del GDL del día 35 al 98 de lactancia.

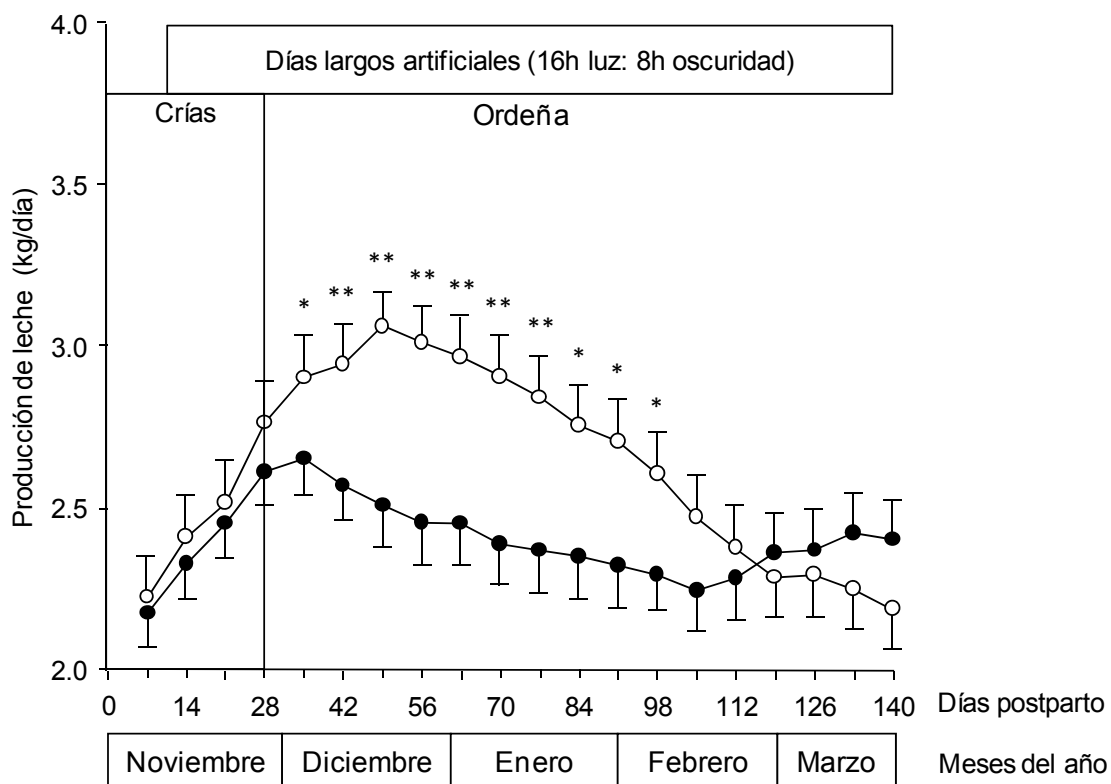


Figura 2. Evolución promedio (\pm sem) de la producción diaria de leche en las cabras mantenidas bajo las condiciones de fotoperiodo natural a partir del otoño (GFN, ●, n=16) y en aquellas que fueron mantenidas bajo un fotoperiodo de días largos artificiales (GDL, ○, n=16). *, ** = diferencia entre grupos ($P < 0.05$ y $P < 0.001$, respectivamente).

4.3. Evolución de la condición corporal (CC)

La evolución de los cambios en la CC se muestra en la Tabla 1. En ella se observa que no existió un efecto ($P > 0.05$) del fotoperiodo sobre esta variable, sólo los valores de esta medición variaron a través del tiempo de estudio.

Tabla 1. Condición corporal promedio (\pm sem) de las cabras que parieron en otoño y que se mantuvieron bajo el fotoperiodo natural (GDN; n=16) o que fueron expuestas a partir del día 10 postparto a un fotoperiodo artificial de días largos (GDL; n=16).

Grupos	Parto	Periodo Postparto (días)			Efecto tiempo
		1-35	36-99	100-158	
GDN	1.7 \pm 0.08	1.6 \pm 0.04 ^a	1.9 \pm 0.06 ^b	2.2 \pm 0.10 ^c	0.001
GDL	1.7 \pm 0.06	1.7 \pm 0.06 ^a	1.9 \pm 0.06 ^b	2.4 \pm 0.10 ^c	0.001

^{a, b, c} Dentro de la misma hilera, letras distintas indican diferencias ($P < 0.05$).

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente tesis apoyan la hipótesis inicial de que la exposición continua por 5 meses a días largos artificiales a cabras lactantes induce la actividad ovulatoria en un número mayor de cabras comparado con las cabras mantenidas en un fotoperiodo natural. Por otro lado, el tratamiento de luz indujo un incremento en el nivel de producción de leche.

La proporción elevada de cabras lactantes que ovularon a los 150 días de iniciada la exposición a días largos en el grupo GDL comparado con las cabras del GDN se debió posiblemente a la expresión de un estado refractario a la inhibición de dichos días largos. En ovejas y cabras, este fenómeno se presenta debido a que bajo condiciones naturales los animales se vuelven insensibles al efecto inhibitorio de los días largos del verano, iniciándose así la actividad sexual anual (Robinson and Karsh, 1988; Gomez-Brunet *et al.*, 2010). De este modo, el inicio de la estación natural de reproducción no se debe a la reducción en la duración del día al final del verano, más bien es el resultado de una pérdida a la acción inhibitoria de los días largos (Robinson *et al.*, 1985). En un estudio reciente en cabras del Mediterráneo que fueron sometidas continuamente a días largos artificiales a partir del solsticio de verano iniciaron su actividad ovulatoria al mismo tiempo que las cabras en

fotoperiodo natural (aproximadamente a los 90 días; Gómez-Brunet *et al.*, 2010). Hay que notar que en estos 2 últimos estudios citados, las hembras percibieron días largos naturales y artificiales respectivamente. En cambio, en el presente estudio las cabras gestantes previamente percibieron días decrecientes naturales a partir del solsticio de verano (durante la preñez). Posteriormente, cuando ellas iniciaron su lactancia fueron puestas bajo días largos artificiales; bajo este historial fotoperiódico, las cabras del presente estudio mostraron un estado refractario a los 150 días de exposición, cuando un porcentaje elevado de cabras ovuló. Este mismo fenómeno fue previamente reportado en cabras no lactantes por Maeda *et al.* (1988). Estos autores primeramente sometieron las cabras a días cortos artificiales y después a días largos y observaron que las cabras ovularon entre los 150 a 200 días postexposición. Tomando en consideración lo anterior se podría indicar que la lactancia no influyó el establecimiento del estado refractario, más bien, la historia fotoperiódica previa determina el tiempo tomado para la presentación de esta refractariedad.

La baja proporción de cabras que ovularon en GDN no coincide con reportes previos en ovejas (Bocquier *et al.*, 1993) y en esta misma especie (Mejía, 2007) en los que se encontró que un 81 y 90% de las hembras bajo días cortos ovularon a los 60 y 75 días postparto respectivamente. Por el contrario, en el presente sólo un 12% de las cabras del GDN ovuló. Esta diferencia con los estudios previos se debió probablemente a dos factores: primero, el tiempo al cual ocurrió el parto y se realizó el destete de las crías fue durante la terminación de la estación natural de reproducción, que es en febrero (Duarte *et al.*, 2008). Por esta razón, es muy

probable que no alcanzaron a ovular durante la estación sexual y ellas entraron en anestro estacional; segundo, el nivel de producción de las cabras de la presente tesis fue mayor que en las cabras utilizadas por Mejía (2007) resultado en una inhibición más fuerte en las cabras del GDN de nuestro estudio. Por ejemplo, Freitas et al. (2004) reportaron que las cabras de raza seleccionada para producción de leche (como la Saanen) tienen un anestro postparto más largo que las razas no especializadas en producción de leche (como la Anglo-nubia). El incremento en el nivel de producción de leche registrada en el GDL concuerda con resultados previos registrados en ovejas, vacas y en esta misma especie (Morrisey *et al.*, 2008; Dahl *et al.*, 2008; García-Hernández *et al.*, 2007).

VI CONCLUSIÓN

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir que en las cabras lactantes del subtrópico mexicano que paren en el otoño la exposición por 5 meses a un fotoperiodo de días largos tiene un doble efecto sobre su fisiología postparto. Por un lado, una proporción elevada de las cabras del GDL mostraron ovulación después de 150 días de exposición, comparado con las cabras del GDN. Por otro lado, este tratamiento luminoso incrementó el nivel de producción de leche. Estos hallazgos podrían ser de importancia en los sistemas de explotación de las cabras en las zonas subtropicales. En efecto, los caprinocultores en esos sistemas ordeñan sus cabras preferencialmente durante los primeros 8 meses de lactación y no es de su interés que las hembras queden gestantes al menos durante los primeros 6 meses postparto. Lo anterior justificado claramente por los ingresos que se obtienen por la cosecha y venta de leche, cuya producción también se eleva debido al tratamiento luminoso.

LITERATURA CITADA

Abecia, J. A., Forcada, F., Zarazaga, L., Lozano, J. M. 1993. Effect of plane of protein after weaning on resumption of reproductive activity in Rasa Aragonesa ewes lambing in late spring. *Theriogenology*. 39, 463-473.

Abi Salloum, B., Claus, R. 2005. Interaction between lactation photoperiodism and male effect in German Merino ewes. *Theriogenology*. 63, 2181-2193.

Aguilar, J. C., Villarreal, O., Hernández, H., Poindron, P., Chemineau, P., Delgadillo, J. A. 1997. El comportamiento maternal de las cabras de la Comarca Lagunera que paren en otoño modifican el reinicio de la actividad sexual postparto. En: "XII Reunion Nacional sobre Caprinocultura". 4, 5 y 6 Noviembre 1997. Torreón, Coahuila, México. 123-127.

Andrioli, A., Simplicio, A. A., Machado, R. 1992. Influência da época da parição no comportamento reprodutivo pós-parto de cabras Sem Raça Definida. *Pesq. Agrop. Bras.* 27, 65-72.

Bocquier, F., Kann, G., Thimonier, J. 1993. Effects of body composition variations on the duration of the postpartum anovulatory period in milked ewes submitted to two different photoperiods. *Reprod. Nutr. Dev.* 33, 395-403.

Cerna-Cabrera, C., Porrás-Almeraya, A., Zarco-Quintero, L., Valencia-Méndez, J. 2004. Efecto del fotoperíodo artificial sobre el reinicio de la actividad ovárica postparto en la oveja Pelibuey. *Vet. Méx.* 35, 179-185.

Dahl, G. 2008. Effects of short day photoperiod on prolactin signaling in dry cows: A common mechanism among tissues and environments? *J. Anim. Sci.* 86, 10-14.

Delgadillo JA., Canedo GA., Chemineau P., Guillaume D. and Malpoux B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology* 52, 727-737.

Delgadillo-Sánchez, J. A., Flores-Cabrera, J. A., Véliz-Deras, F. G., Duarte-Moreno, G., Vielma-Sifuentes, J., Poindron-Massot, P., Malpoux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamiento fotoperiódico y el efecto macho. *Vet. Méx.* 34, 69-79.

Delgadillo J. A., Flores, J. A., Villarreal, O., Flores, M. J., Hoyos, G., Chemineau, P., Malpoux, B. 1998. Length of postpartum anestrus in goats in subtropical México: effect of season of parturition and duration of nursing. *Theriogenology*. 49, 1209-1218.

Delgadillo, J. A., Poindron, P., Krehbiel, D., Duarte, G., Rosales, E. 1997. Nursing, suckling and postpartum anoestrus of creole goats kidding in January in subtropical México. *App. Anim. Behav. Sci.* 55, 91-101.

De Santiago-Miramontes, M. A., Véliz, F. G., Rivas-Muños, R., Hernández-Bustamante, J. D., Muños-Gutierrez, M., Scaramuzzi, R. J., Delgadillo, J. A. 2005 Nutritional supplementation improves oestrus responses of female goats subjected to the male effect in extensive conditions. En: "XX Reunion Nacional sobre Caprinocultura". 5, 6 y 7 Octubre 2005. Culiacán, Sinaloa, México. p. 339-342.

Duarte G, Nava-Hernández MP, Malpoux B and Delgadillo JA 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Animal Reproduction Science* 120, 65-70.

Fletcher, I. C. 1971. Relations between frequency of suckling, lamb growth and postpartum oestrus behaviour in ewes. *Anim. Behav.* 19, 108-111.

Flores, N. M. J., 1996. El destete temprano de las crías no reduce la duración del anestro postparto en cabras criollas de la comarca lagunera que paren en Mayo. Tesis de Maestría, Univ. Auton. Agrar. Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México. 48.

Freitas, V. J. F., Rondina, D., Nogueira, D. M., Simplicio, A. A. 2004. Post-partum anoestrus in Anglo-Nubian and Saanen goats raised in semi-arid of North-eastern Brazil. *Livest. Prod. Sci.* 90, 219-226.

Fulkerson, J. W. 1984. Reproduction in dairy cattle: Effect of age, cow condition, production level calving-to-first -service interval and the male. *Anim. Reprod. Sci.* 7, 305-314.

Ginther, O. J., Kot, K. 1994. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. *Theriogenology.* 42, 987-1001.

González-Stagnaro, C. 1984. Comportamiento reproductivo de las razas locales de rumiantes en el trópico americano. In: Chemineau, P., Gauthier, D., Thimonier, J. (Eds.), *Reproduction des ruminants en zone tropicale*, vol. 1. Les Colloques de l'INRA, Point-a-Pitre, Guadeloupe, 1-8.

Gómez-Brunet A, Santiago-Moreno J, Toledano-Díaz A and López-Sebastian A 2010. Evidence that refractoriness to long and short daylengths regulates seasonal reproductive transitions in Mediterranean goats. *Reproduction in Domestic Animals* 45, 338-343

Hanzen, Ch. 1986. Endocrine regulation of postpartum ovarian activity in cattle: A review. *Reprod. Nutr. Dev.* 26, 1219-1239.

Hernández, H., Mejía, A., Ramírez, S., Elizundia, JA., Poindron, P., Flores, JA. y Delgadillo, J. 2007. Los días largos artificiales incrementan la producción de leche y modifican su calidad en cabras del Subtrópico Mexicano que paren en otoño. Memorias de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeño Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. V Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericano. Mendoza, Argentina, 225-227.

Hoffman, D. P., Stevenson, J., Minton, J. 1996. Restricting calf presence without suckling compared with weaning prolongs postpartum anovulation in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 74, 190-198.

Holness, D. H., Hopley, J. D. H. 1982. The effects of plane of nutrition, live weight, temporary weaning and breed on the occurrence of estrous in beef cows during the postpartum period. *Anim. Prod.* 26, 47-54.

Hunter, G. L., Van Aarde, I. M. 1973. Influence of season of lambing on postpartum intervals to ovulation and oestrus in lactating and dry ewes at different nutritional levels. *J. Reprod. Fertil.* 32, 1-8.

Lahlou-Kassi., Berger, Y. M., Bradford, G. E., Boukhliq, R., Tibary, A., Derqaqui, L., Boujenane, I. 1989. Performance of the D`Man and Sardi sheep on accelerated lambing: I. Fertility, liter size, postpartum anoestrus and puberty. *Small Rumin. Res.* 2, 225-239.

Legan, S. J., Karsch, F. J. 1979. Neuroendocrine regulation of the estrus cycle and season breeding in the ewe. *Biol. Reprod.* 20, 74-85.

Linzell, J. L.: 1973. Innate seasonal oscillations in the rate of milk secretion in goats. *J. Physiol.* 230, 225-233.

Maeda KI, Mori Y, Kano Y. Involvement of melatonin in the seasonal changes of the gonadal function and prolactin secretion in female goats. *Reprod Nutr Dévelop* 1988; 28 487-497.

Malpoux B, Robinson JE, Wayne NL, Karsh FJ. Regulation of the onset of the breeding season of the ewe: importance of long days and of an endogenous reproductive rhythm. *J Endocrin* 1989;122 269-278.

Mauléon, P., Dauzier, L. 1965. Variations de la durée de l'anoestrus de lactation chez les brebis de race Ile-de-France. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 5, 131-143.

McNeilly, A. S. 1994. Suckling and control of gonadotrophin secretion. In: Knobil E, Neilly JD (eds), *The physiology of reproduction*. Raven Press, New York, 2, 1179-1212.

Mejía, A 2007. La exposición a días largos artificiales, incrementa la producción de leche y prolonga la duración del anestro postparto en cabras que paren en octubre (otoño). Tesis de Maestría. Torreón, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna.

Montiel, F., Ahuja, C. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Anim. Reprod. Sci.* 85, 1-26.

Morales-Terán, G., Pro-Martínez, A., Figueroa-Sandoval, B., Sánchez del Real, C., Gallegos-Sánchez, J. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas Pelibuey. *Agrociencia.* 38, 165-171.

Mukasa-Mugerwa. E., Tegegne, A., Franceschini, R. 1991. Influence of suckling and continuous cow-calf association on the resumption of post-partum ovarian function in *Bos indicus* cows monitored by plasma progesterone profiles. *Reprod. Nutr. Dev.* 71, 241-247.

Pérez, H. P., Sánchez del Real, C., Gallegos-Sánchez, J. 2001. Anestro Postparto y alternativas de manejo del amamantamiento en vacas de doble propósito en trópico. *Invest. Agr. Prod. Sanid. Anim.* 16, 257-270.

Peters A, Lamming G. Lactational anoestrus in farm animals. *Oxford Reviews of Reproductive Biology* 1990;12 245-248.

Pope, W. F., McClure, K. E., Hogue, D. E., Day, M. L. 1989. Effect of season and lactation on postpartum fertility of poliplay, Dorset, St. Croix and Targhee ewes. *J. Anim. Sci.* 67, 1167-1174.

Rakestraw, J., Lusby, K. S., Wettemann, R. P. 1986. Postpartum weight and body condition loss and performance of fall-calving cows. *Theriogenology.* 26, 461-473.

Richards, M. W., Spitzer, J. C., Warner, M. B. 1986. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 62, 300-306.

Ricordeau G, Boccard R, Denamur R. Mesure de la production laitière des brebis pendant la période d'allaitement. *Ann Zootech* 1960;9 97-20.

Rodríguez-Castillo, J. C., García-Winder, M., Pro-Martínez, A., Gallegos-Sánchez, J. 2001. Duración del anestro en ovejas del altiplano Mexicano. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 9, 86-90.

Rosales, E. 1994. Relación entre el ritmo de amamantamiento y el anestro postparto en cabras criollas de la Comarca Lagunera que paren en enero. Tesis de licenciatura, Univ. Auton. Agrar. Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México, 28.

Rosa, H. J. D., Bryant, M. J. 2002. The "ram effect" as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. *Small Rumin. Res.* 45, 1-16.

Short, R. E., Bellows, R. A., Staigmiller, R. B., Custer, E. E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 68, 799-816.

Short, R. E., Bellows, R. A., Staigmiller, R. B., Howland, B. E. 1972. Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. *J. Anim. Sci.* 34, 70-74.

Thiery, J. C., Chemineau, P., Hernandez, X., Migaud., Malpoux, M. B. 2002. Neuroendocrine interactions and seasonality. *Domest. Anim. Endocrinol.* 23, 87-100.

Walkden-Brown, S. W., Restall, B. J., Scaramuzzi, R. J., Martin, G. B., Blackberry, M. A. 1997. Seasonality in male Australian cashmere goats: long term effects of castration and testosterone or oestradiol treatment on changes in LH, FSH and prolactin concentrations, and body growth. *Small Rumin. Res.* 26, 239-252.

Wiltbank, J. N., Cook, A. C. 1958. The comparative reproductive performance of nursed and milked cows. *J. Anim. Sci.* 17, 640-648.

Wright, P. J., Geytenbeck., Clarke. 1990. The influence of nutrient status of postpartum ewes on ovarian cyclicity and on oestrus and ovulatory responses to ram introduction. *Anim. Reprod. Sci.* 23, 293-303.

Wright, I. A., Rhind, S. M., Russel, A. J. F., Whyte, T. K., McBean, A. J., McMillen, S. R. 1987. Effects of body condition, food intake and temporary calf separation on the duration of the post-partum anoestrous period and associated LH, FSH and prolactin concentrations in beef cows. *Anim. Prod.* 45, 395-402.

Wright, I. A., Rhind, S. M., Whyte, T. K. 1992. A note on the effects of pattern of food intake and body condition on the duration of the post-partum anoestrous period and LH profiles in beef cows. *Brit. Soc. Anim. Prod.* 54, 143-146.