

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LA APLICACIÓN DE DÍAS LARGOS ARTIFICIALES
DURANTE EL INVIERNO INCREMENTA LA
PRODUCCIÓN DE LECHE EN CABRAS SAANEN**

POR:

JULIO GUILLERMO TORRES CHÁVEZ

TESIS:

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Noviembre, 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

**“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**



DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**LA APLICACIÓN DE DÍAS LARGOS ARTIFICIALES
DURANTE EL INVIERNO INCREMENTA LA
PRODUCCIÓN DE LECHE EN CABRAS SAANEN**

POR:

JULIO GUILLERMO TORRES CHÁVEZ

ASESOR PRINCIPAL

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

Torreón, Coahuila, México

Noviembre, 2007

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



POR:

JULIO GUILLERMO TORRES CHÁVEZ

ASESOR PRINCIPAL

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

M.C. JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELÍAS

Torreón, Coahuila, México

Noviembre, 2007

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



PRESIDENTE DE JURADO

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

VOCAL

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL SUPLENTE

I.Z. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS

Torreón, Coahuila, México

Noviembre, 2007

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**LA APLICACIÓN DE DÍAS LARGOS ARTIFICIALES
DURANTE EL INVIERNO INCREMENTA LA
PRODUCCIÓN DE LECHE EN CABRAS SAANEN**

TESIS

POR:

JULIO GUILLERMO TORRES CHÁVEZ

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría

ASESOR PRINCIPAL:

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

ASESORES:

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

DR. RAYMUNDO RIVAS MUÑOZ

DR. EVARISTO CARRILLO CASTELLANOS

Torreón, Coahuila, México

Noviembre, 2007

Dedicatoria

Con dedicatoria especial a mi madre Teresa Chávez Zepeda por el apoyo incondicional que siempre me ha brindado, además por haberme ofrecido esa fortaleza que la caracteriza, a mis hermanas Gabú, Lilia, Irma y Roció, por transmitirme el ejemplo de superación.

A mi tío Ramiro Torres Ochoa por haber apoyado en parte de mi formación profesional y por los grandes ejemplos que me transmitió.

Agradecimientos

A Dios que me guía espiritualmente y trata de conducirme por buen camino y que me ha permitido llegar hasta este punto de mi vida.

A mi “Alma Terra Mater” por haberme dado la oportunidad de ser parte de ella y formarme como profesional.

Al Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras, por haberme brindado su confianza y apoyo en todo momento, y sobretodo por darme la oportunidad de realizar este trabajo.

Al Comité del jurado y a los Asesores que participa en el examen y la revisión de la tesis.

Al Centro de Investigación en Reproducción Caprina de la UAAAN-UL por permitirme el participar en él, además agradezco a todos los miembros del CIRCA por su apoyo brindado durante la investigación y elaboración de mi tesis.

Al Biólogo Manuel Elizundia por su valiosa colaboración en este trabajo.

A mis compañeros de grupo por brindarme su amistad y compañía en gran parte de la carrera Nancy, Mario, Pedro Carlos, Vladimir, Altunar, Jarhet, Heriberto.

Al Dr. Quezada y al Ing. Jorge Borunda por ser excelentes amigos , y que siempre me llevaré en la mente como ejemplos a seguir y por haber participado en mi formación profesional, además de compartir consejos que en su momento fueron muy especiales y fundamentales para que yo culminara una de mis principales metas, mis mejores deseos para ustedes.

Por ultimo a la Familia Bretado por compartir varios momentos con migo como un miembro mas de ellos, además de transmitir esos buenos valores y como principio fundamental la unidad de la familia.

También agradecerles la oportunidad y confianza, para llevar acabo este trabajo en las instalaciones de su rancho.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-----------|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| RESUMEN | 3 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 2.1 Influencia del fotoperiodo en la actividad reproductiva | 4 |
| 2.2 Influencia del fotoperiodo sobre la duración del APP | 5 |
| 2.3.2 Efecto del fotoperiodo sobre la producción láctea | 6 |
| 2.3.2.1 Endocrinología en respuesta al fotoperiodo y la melatonina en la lactación | 8 |
| OBJETIVOS | 11 |
| HIPÓTESIS | 11 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 12 |
| 3.1 Lugar de estudio y animales experimentales..... | 12 |
| 3.2 Formación de grupos experimentales y tratamiento | 12 |
| 3.3 Variables determinadas | 13 |
| 3.3.1 Potencial de producción de leche | 13 |
| 3.3.2 Peso corporal y condición corporal | 14 |
| 3.3.3 Período de anovulación posparto | 14 |
| 3.4 Análisis de datos | 14 |
| IV. RESULTADOS | 16 |
| 4.1 Producción láctea | 16 |
| 4.2 Peso corporal y condición corporal | 17 |
| 4.3 Período de anovulación posparto | 18 |
| V. DISCUSIÓN | 19 |
| VI. CONCLUSIÓN | 22 |
| VII. REFERENCIAS | 23 |

I. INTRODUCCIÓN

Los caprinos son una de las especies domésticas más importantes para el hombre ya que le proporciona alimento (carne y leche) y vestimenta (fibra de sus pelajes y pieles). En el mundo existen aproximadamente 600 millones, de los cuales, alrededor de 10 millones son explotados en México (Siglo de Torreón, 2006). En México una de las regiones más importantes para la caprinocultura es la Comarca Lagunera la cual cuenta con una población de aproximadamente 500 mil cabezas, que representa aproximadamente el 5% de la población caprina nacional (SAGARPA, 2005). En esta región el 90% de los caprinos son explotados en condiciones extensivas (cabras Criollas), y el restante 10% se explota en condiciones intensivas (razas puras). Dentro de las razas de cabras especialistas en la producción láctea se encuentran, la Alpina, la Saanen, la Toggenburg, etc. (Cantú, 2004). Sin embargo, aún cuando la caprinocultura tiene una gran importancia económica en el país, en el estado y en la región, su manejo y la aplicación de nuevas técnicas han sido relegados a lugares secundarios (Cantú, 2004). Recientemente en México y en el mundo se buscan nuevas técnicas que sean económicas y ecológicas (Martin *et al.*, 2004). Una técnica natural y económica para incrementar la producción de leche es el fotoperiodo (Peters *et al.*, 1978; Peters y Tucker, 1978; Bocquier *et al.*, 1997; Aharoni *et al.*, 2000). No obstante, esta técnica se ha desarrollado principalmente en los bovinos. En efecto, en los bovinos lactantes, los días largos incrementan la producción láctea en aproximadamente 2.5 kg/vaca por día (Dahl *et al.*, 2000). Recientemente, en las cabras locales del norte de México encastadas de Alpino, explotadas en un sistema semi-intensivo, los días largos durante el otoño incrementaron la producción láctea en aproximadamente un 20% (Mejía-Vázquez, 2007). Por lo tanto, es importante determinar si este incremento se puede dar en cabras de razas puras especializadas en la producción láctea, bajo un sistema de manejo intensivo, durante el invierno y si este aumento puede ser más importante. Además de determinar si la producción láctea después de retirar los días largos se mantienen. Por lo anterior, el primer objetivo del presente trabajo fue determinar si los días largos artificiales (16 h de luz/día) durante el invierno incrementan la producción láctea de las cabras de la raza Saanen explotadas

en el subtrópico Mexicano, y el segundo objetivo fue determinar cuanto tiempo dura el efecto de los días largos después de finalizar el tratamiento fotoperiódico.

RESUMEN

El primer objetivo del presente trabajo fue determinar si los días largos artificiales (16 h de luz/día) durante el invierno incrementan la producción láctea de las cabras Saanen explotadas en el subtrópico Mexicano (Latitud 26°23' N y longitud, 104°47' W), y el segundo objetivo fue determinar cuanto tiempo dura el efecto de los días largos después de finalizar el tratamiento fotoperiódico. Además, se determinó si los días largos prolongan el anestro posparto. El 16 de diciembre, un grupo de hembras (grupo testigo, GT; n = 19) fue expuesto a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región Lagunera durante todo el estudio, (13 h y 41 m de luz en el solsticio de verano y 10 h y 19 m en el solsticio de invierno). El otro grupo (grupo experimental, GE; n = 19) fue sujeto a un tratamiento de días largos artificiales (16 h de luz/8 h de oscuridad) a partir 16 de diciembre al 24 de febrero. En todas las cabras experimentales se determinó el potencial de producción de leche en un periodo de 24 h (mediante dos ordeñas mecánicas, mañana y tarde). También se determinó la actividad ovárica cada 14 días durante el estudio mediante ecografía. La producción de leche en las cabras de ambos grupos desde el inicio del estudio (7 días de lactancia) hasta el destete de las crías, no fue diferente ($P >0.05$). Sin embargo, a partir del destete (día 48) y hasta 14 días después del fin de los días largos (84 del estudio) el grupo experimental fue superior produciendo en promedio 19% más de leche que el grupo testigo ($P <0.02$). Por otra parte, en ambos grupos, ninguna hembra de los dos grupos presentó actividad ovulatoria antes del destete y después de este durante todo lo que duró el estudio (134 días posparto, $P >0.05$). De acuerdo a estos resultados, se concluye que los días largos incrementan la producción láctea después del destete y ésta alta producción permanece hasta 14 días después de suspendido los días largos, además los días largos no influenciaron el anestro posparto.

Palabras clave: Cabras, Saanen, Fotoperiodo, Producción láctea, Anestro posparto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El fotoperiodo o a la duración de luz y la oscuridad dentro de un día es la señal medioambiental más usada por los animales para interpretar los cambios de estación durante el año y alterar algunas de sus funciones fisiológicas (Gwinner, 1986). El fotoperiodo puede influir en algunas especies como son los ovinos y caprinos, directamente sobre su actividad reproductiva. En efecto, en la cabra como en la oveja de las zonas templadas y algunas de las zonas subtropicales, el principal factor medioambiental que regula la estacionalidad reproductiva es el fotoperiodo (Malpaux *et al.*, 1993; Delgadillo *et al.*, 2003). Aunque puede afectar otros procesos como es el crecimiento corporal, el crecimiento y calidad del pelaje (Dahl y Petitclerc, 2003). Así, el fotoperiodo además de influir en la actividad reproductiva también se ha demostrado que puede influir en la producción láctea. En efecto, la influencia del fotoperiodo en la lactación de las vacas ha sido frecuentemente estudiado, y se ha demostrado que los días largos pueden aumentar la producción láctea (Dahl *et al.*, 2000). También hay algunos trabajos en otras especies domésticas como es la oveja y en el cerdo, donde se han observado resultados similares (Stevenson *et al.*, 1983; Bocquier *et al.*, 1990). En las cabras existen muy pocos trabajos con respecto a la producción láctea (García-Hernández *et al.*, 2007; Mabeesh *et al.*, 2007). Sin embargo, Linzell (1973) reportó que las cabras tenían una oscilación estacional en su secreción láctea, la cual se incrementaba en el verano y era independiente de la dieta.

2.1 Influencia del fotoperiodo en la actividad reproductiva

El fotoperiodo en algunas razas de cabras y ovejas es el principal factor medioambiental que controla la actividad reproductiva (Lincoln y Short, 1980; Karsch *et al.*, 1984). En efecto, tanto en los carneros como en las hembras ovinas, la inversión del ciclo luminoso provoca un desplazamiento de 6 meses del periodo de actividad sexual (Thwaites, 1965; Alberio, 1976). De igual manera, cuando los animales fueron expuestos de 3 a 4 meses de días cortos alternados con 3 o 4 meses de días largos, la actividad sexual inició siempre durante los días cortos y terminó durante los días largos (ovinos: Lincoln y

Short, 1980; Karsch *et al.*, 1984). En las hembras caprinas Criollas del Norte de México (26° N) expuestas a 3 meses de días cortos alternados con 3 meses de días largos, la actividad ovárica inició durante los días cortos, mientras que durante los días largos la actividad ovárica terminó. Igualmente, en los machos sometidos al mismo tratamiento fotoperiódico, la testosterona plasmática se incrementó durante los días cortos y disminuyó durante los días largos (Delgadillo *et al.*, 2004). Lo antes mencionado demuestra que el fotoperiodo tiene un efecto sobre la reproducción de los ovinos y caprinos.

2.2 Influencia del fotoperiodo sobre la duración del anestro posparto (APP)

La época en que suceden los partos tiene una influencia sobre el anestro posparto; la cual esta asociada a las variaciones en la duración del día registradas a lo largo del año (Abi-Salloum y Claus, 2005). En efecto, sea demostrado que el fotoperiodo influye en el APP de las ovejas (Bocquier *et al.*, 1993). Por ejemplo, en las ovejas Préalpes sometidas a un fotoperiodo artificial de días largos a partir del parto, ninguna hembra mostró ovulación en los dos primeros meses posparto; mientras que todas las ovejas mantenidas en un fotoperiodo de días cortos ovularon en ese mismo tiempo (Bocquier *et al.*, 1993).

En cabras, existen pocos trabajos de investigación que demuestren si la duración del día puede afectar la duración de APP. Sin embargo, la época de parto en las cabras Criollas del subtrópico mexicano tiene un efecto en la duración del anestro del posparto. En efecto, el APP fue más largo en las hembras que parieron en enero (aproximadamente 200 días), que en aquéllas que parieron en mayo (aproximadamente 100 días) u octubre (aproximadamente 50 días; Delgadillo *et al.*, 1997). También, recientemente se demostró que la exposición a días largos artificiales durante el otoño puede modificar la duración del período de anovulación posparto de las cabras locales encastadas con Alpino que paren en octubre (días cortos naturales; 26° N). En efecto, la mayoría de las cabras (de un 90 a un 100%) expuestas al fotoperiodo

natural mostró ovulación a los 58.0 ± 1.3 días posparto después del destete (2 mese aproximadamente), mientras que ninguna cabra del grupo expuesto a días largos artificiales lo hizo durante los 75 días que duró el estudio (Mejía-Vázquez, 2007). Queda claro que es necesario investigar más sobre la duración del APP en las cabras de razas puras pues existe una ausencia total de literatura sobre el efecto que tienen el fotoperiodo en la fisiología posparto en esta especie.

2.3 Efecto del fotoperiodo sobre la producción láctea

La lactación es la última parte del ciclo reproductivo en mamíferos, la cual se caracteriza por un aumento repentino de la actividad secretora de las células epiteliales mamarias cerca del momento del parto (Ávila y Romero, 2006).

La producción láctea en algunas especies (bovinos, ovinos, caprinos) puede ser influenciada por una serie de factores como, número de ordeños, la época del parto y el fotoperiodo entre otros factores (Bocquier *et al.*, 1997; Dahl y Petitclerc, 2003; Salama *et al.*, 2003). En las cabras, la época de parto es un factor que incrementa su impacto sobre la producción, según el grado de adaptación de las diferentes razas al medio ambiente y al sistema de manejo. Por ejemplo, en las cabras que paren en invierno y primavera, en el hemisferio norte, producen un 30% más de leche que aquellas que paren en otra época del año (Rooningen, 1964; Steine, 1975).

En otras investigaciones realizadas, se ha demostrado que el fotoperiodo de días largos incrementa la producción de leche en varias especies (ovinos: Bocquier *et al.*, 1997; bovinos: Dahl *et al.*, 2000). En efecto, en los bovinos lactantes, los días largos incrementan la producción láctea en aproximadamente 2.5 kg/vaca por día (Dahl *et al.*, 2000). En la Figura 1 se muestran algunos ejemplos en los cuales las vacas que fueron expuestas a fotoperiodo de día cortos, produjeron menos que las que fueron expuestas a los días largos. Sin embargo, la iluminación continua no está asociada con un mayor rendimiento de leche, de hecho, la producción entre las vacas en fotoperiodo natural y las sometidas a 24 h de luz no fue diferente (Marcek y

Swanson, 1984). Por otra parte, se menciona que el fotoperiodo no afecta la composición láctea de las vacas y que solamente en algunos casos se ha observado una baja en el porcentaje de grasa (Dahl *et al.*, 2000).

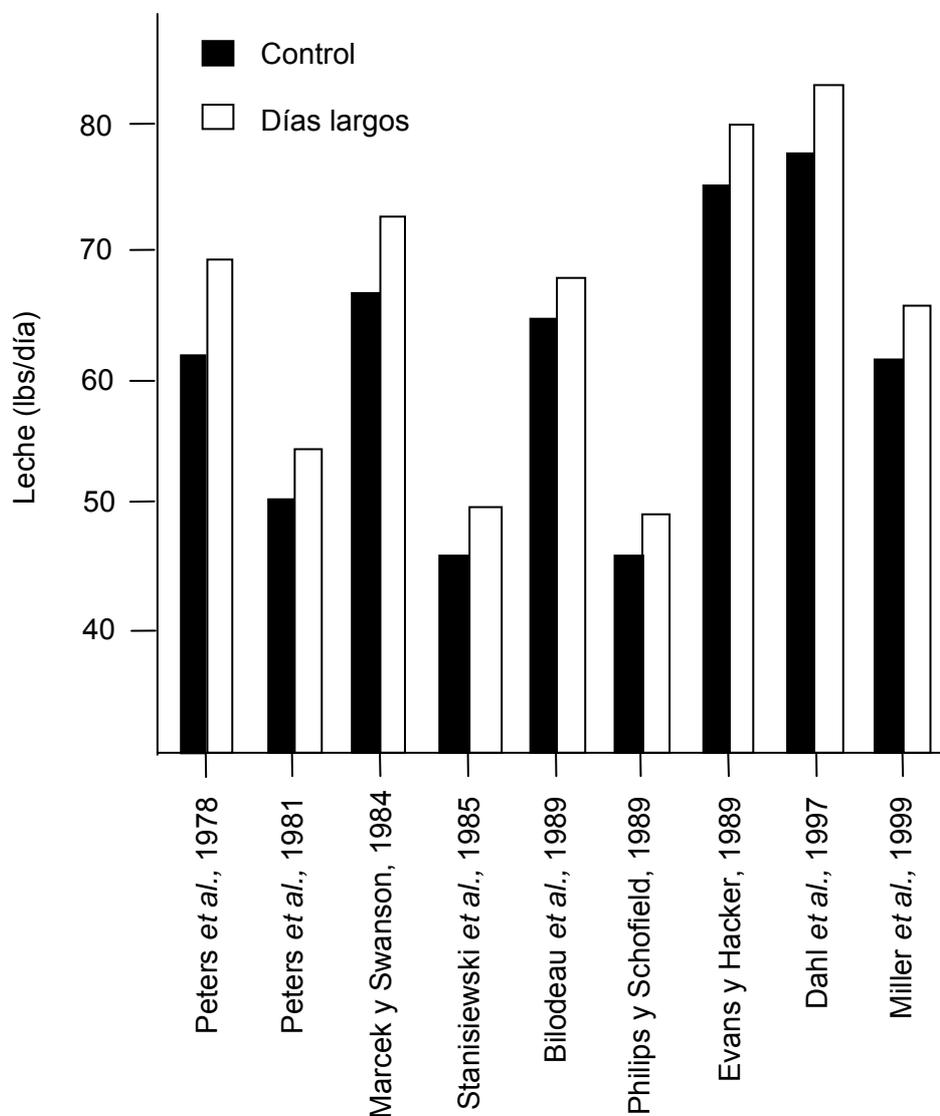


Figura 1. Resumen de 10 estudios que examinan el efecto de fotoperiodo en vacas lactantes, donde los días largos aumentaron la producción láctea. Las barras negras indican las producciones promedio de leche diarias (kg/día) por vacas en fotoperiodo natural (rango de 8 a 13.5 h de luz/día), mientras que las barras blancas indican el rendimiento de leche (kg/día) de vacas expuestas a un fotoperiodo de 16 a 18 h de luz/día.

Existe evidencia de que también en ovejas mantenidas en días largos artificiales utilizando cámaras fotoperiódicas, el fotoperiodo influye sobre la

lactancia. Por ejemplo, Bocquier *et al.* (1997) encontraron un incremento importante en la producción de leche en ovejas bajo días largos artificiales comparado con las ovejas bajo días cortos. Así, las ovejas Sarda sometidas a días largos (15 h 3 m luz/día) del día 25 antes del parto hasta 150 días de lactación, produjeron 25% (1.21 vs. 0.96 l/día) más que las sometidas a días cortos (8 h 30 m luz/día) durante este mismo periodo.

2.3.2.1 Endocrinología en respuesta al fotoperiodo y la melatonina en la lactación

Desde 1978 se reportó por primera vez el efecto del fotoperiodo sobre la galactopoyesis, hay numerosos estudios que han confirmado el estímulo de la duración del día sobre el rendimiento de leche, aunque el factor endocrino, responsable para aumentar el rendimiento en la producción láctea no ha sido determinado (Peters *et al.*, 1978a, b). Sin embargo, recientes estudios sugieren que el factor de crecimiento insulínico-I (IGF-I) puede mediar la respuesta galactopoyética al fotoperiodo. De hecho, los días largos incrementan las IGF-I en las vaquillas y vacas en producción (Figura 2). En las vaquillas y vacas, el aumento en IGF-I es independiente de cambios en la hormona de crecimiento. Sin embargo, la aplicación de melatonina en la alimentación para imitar al fotoperiodo de días cortos suprimió el aumento de IGF-I en las vaquillas inducidas por los días largos. A pesar de ello, la aplicación de melatonina no tuvo un efecto directo sobre el rendimiento de leche en las vacas. Esto contradice a los recientes estudios realizados en vacas Holstein en Australia (Auld *et al.*, 2007). Ellos encontraron que la aplicación de melatonina baja la producción láctea. A pesar del desconocimiento del mecanismo endocrino, los productores de la lechería están interesados en cómo el fotoperiodo puede integrarse a lo largo del ciclo de la lactación para incrementar la producción láctea. Además hay fuerte evidencia que la respuesta a los días largos persiste a través de una lactación entera (Dahl y Petitclerc, 2003).

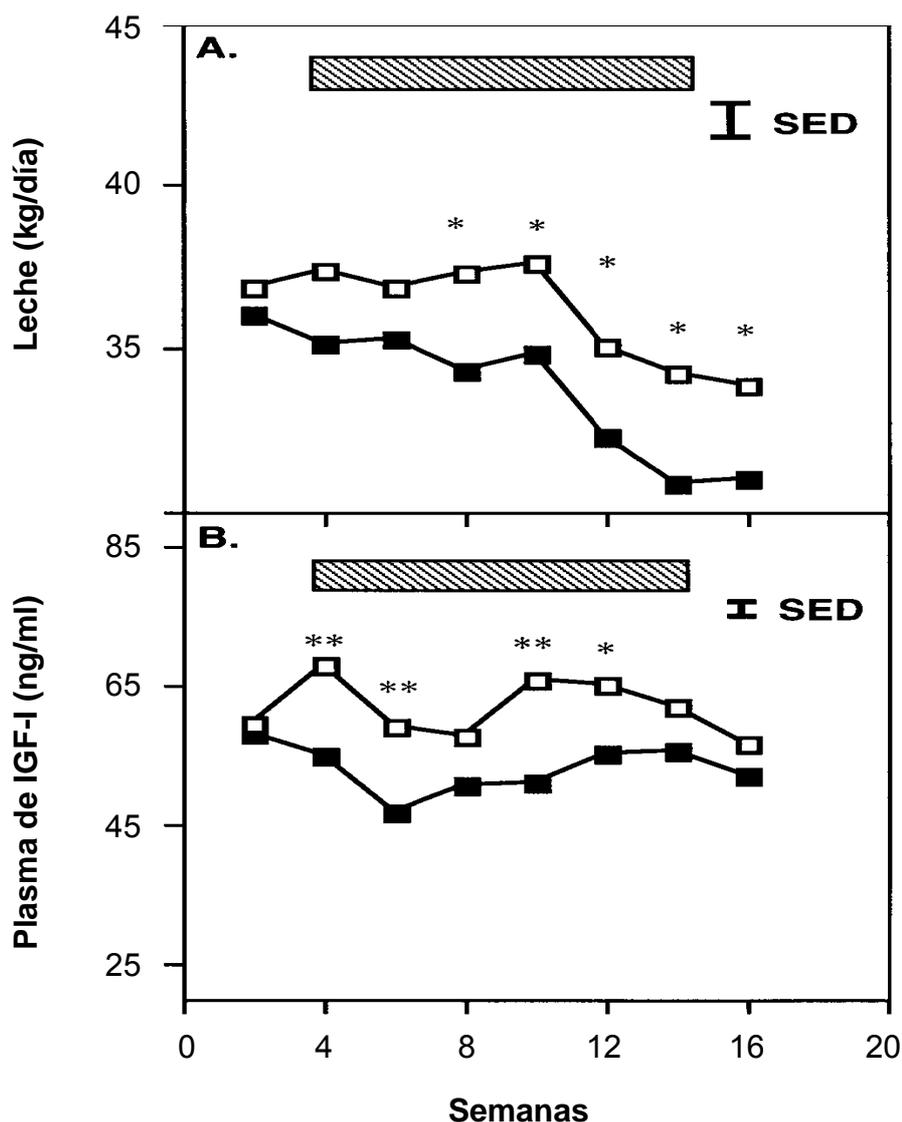


Figura 2. Evolución de la producción láctea y de los niveles de IGF-I de las vacas expuestas a días largos (cuadros blancos) o a días naturales (cuadros negros) de enero a mayo. Las barras negras indican el periodo en el cual el tratamiento fotoperiodo fue aplicado. Los asteriscos indican las diferencias estadística entre los grupos (* $P < 0.05$; ** $P < 0.02$; Adaptado de Dahl *et al.*, 2000).

Contrario a otras especies, en los caprinos existen muy pocos trabajos sobre el efecto del fotoperiodo sobre la producción láctea. Sin embargo, Linzell (1973) reportó que las cabras tenían una oscilación estacional en su secreción láctea, incrementándose en el verano y la cual era independiente de la dieta. Recientemente, se demostró que las cabras Saanen de Israel sometidas a días cortos (8 h luz/día) durante el tercer trimestre de gestación aumentaron su producción láctea durante 12 primeras semanas de lactación (2.932 vs. 2.320 g/día) en comparación con las hembras sometidas durante este mismo periodo

a días largos (16 h luz/día). Este efecto se debió posiblemente a que los animales fueron sometidos a un fotoperiodo largo después del tratamiento de luz (Mabjeesh *et al.*, 2007). También en las cabras Criollas del norte de México encastadas de Alpino explotadas bajo un sistema intensivo, los días largos durante el otoño incrementaron la producción láctea en aproximadamente un 20% en relación con las hembras bajo un fotoperiodo natural (Figura 3; Mejía-Vázquez, 2007).

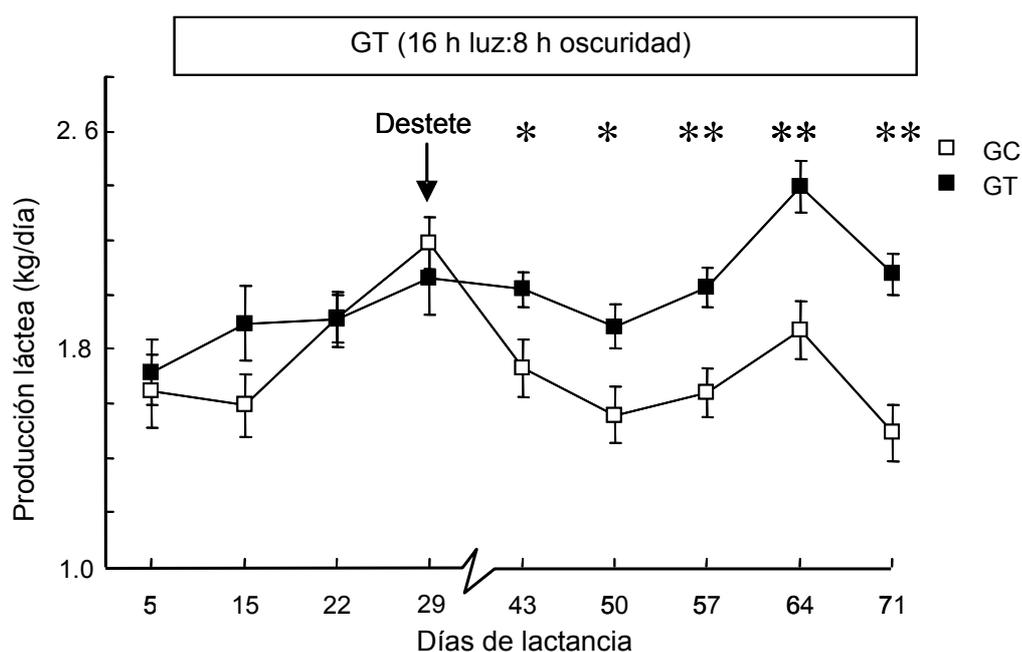


Figura 3. Producción promedio (\pm sem) de leche de las cabras de los dos grupos de estudio durante los primeros 71 días de lactancia. Las cabras del GC estuvieron bajo los días cortos naturales (26° N). Las cabras del GT estuvieron recibiendo días largos artificiales (* P <0.05; * *P <0.01; Adaptado de Mejía-Vázquez, 2007).

Por lo anterior, es importante determinar si este incremento se puede dar en cabras de razas puras especializadas en la producción láctea, bajo un sistema de manejo intensivo, durante el invierno y si este aumento puede ser mayor en éstas razas. Así mismo, se pretende determinar como evoluciona la producción láctea después de suspender la aplicación de los días largos artificiales.

OBJETIVOS GENERAL

El objetivo general de la presente investigación fue determinar si los días largos artificiales (16 h de luz/día) durante el invierno incrementan la producción láctea y su efecto en el APP de las cabras Saanen del subtrópico mexicano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar si los días largos durante el invierno incrementan la producción láctea de las cabras Saanen del subtrópico mexicano.

Determinar cuanto dura el efecto de los días largos después de finalizar el tratamiento fotoperiódico.

Determinar el efecto de los días largos sobre la duración del APP.

HIPÓTESIS GENERAL

Los días largos incrementan la producción láctea en las cabras Saanen en condiciones del subtrópico Mexicano.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Los días largos durante el invierno incrementan la producción láctea de las cabras Saanen del subtrópico mexicano.

La producción láctea solamente se incrementa durante los días largos disminuyendo al finalizar el tratamiento fotoperiódico.

Los días largos no incrementan la duración del APP en las cabras Saanen en condiciones del subtrópico Mexicano.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio y animales experimentales

El estudio se realizó en el rancho “Los Bretados”, el cual se ubica en el poblado “Los Ángeles”, Municipio de Lerdo, en el estado de Durango. Se utilizaron hembras Saanen nacidas en la Comarca Lagunera, las cuales estuvieron siempre estabuladas durante el periodo experimental (diciembre de 2006 a abril de 2007). En la región donde se realizó el estudio se presenta un clima seco desértico, con una precipitación media anual de 230 mm y una temperatura media anual de 22° C. Esta región se sitúa geográficamente a la latitud de 26°23' N y una longitud de 104°47' W y una altitud que varía de 1100 a 1400 msnm (CONAGUA, 2005).

En el experimento se utilizaron treinta y ocho cabras multíparas Saanen (*Capra hircus*). Las cabras fueron alimentadas con 3 kg de heno de alfalfa (18% proteína cruda) *ad libitum* y 200 g de concentrado comercial (14% proteína cruda; 1.7 Mcal/kg) por animal por día, el cual se proporcionó la mitad en la mañana y la otra parte en la tarde (en las ordeñas), mientras que el heno de alfalfa fue proporcionado en tres partes (mañana, medio día y tarde). El agua fue proporcionada a libre acceso durante el experimento. Todas las hembras fueron ordeñadas dos veces por día (8:00 h y 17:00 h) durante todo el estudio.

3.2 Formación de grupos experimentales y tratamiento

El 15 de diciembre, las hembras fueron divididas en dos grupos homogéneos (n = 19, cada uno) de acuerdo a su fecha de parto, número de crías, peso corporal, condición corporal y producción láctea (8 ± 0.6 días posparto). Cada grupo de hembras fue puesto en un corral abierto de 15 X 15 m, los cuales tenían una separación de 50 m. Los corrales fueron provistos de sombras, comederos y bebederos automáticos.

Un grupo de hembras (grupo testigo, GT; n = 19) fue expuesto a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región durante todo el estudio (10 h y 19 m en el solsticio de invierno). El otro grupo (grupo experimental, GE; n = 19) fue sujeto a un tratamiento de días largos (16 h de luz/8 h de oscuridad) del 16 de diciembre al 24 de febrero. Por ello, el corral del grupo tratado fue equipado con nueve lámparas fluorescentes con una intensidad mínima luminosa de 413 ± 48 Lx al nivel de los ojos de los animales. El 25 de febrero, el tratamiento fotoperiódico fue suspendido y las hembras fueron expuestas solamente a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región hasta el fin del estudio (7 de abril). De los 25 días posparto en promedio se destetaron todos los animales.

3.3 Variables a determinadas

3.3.1 Potencial de producción de leche

En todas las cabras experimentales se determinó el potencial de producción de leche en un periodo de 24 h (dos ordeñas, mañana y tarde). Para estimar la producción de leche cuando todavía permanecían las crías (del 1 al día 28 del estudio) con sus madres. Para ello, un día antes de medir se realizó una ordeña completa de todos los animales y se retiraron todas las crías del corral de las madres, en las siguientes dos ordeñas (mañana y tarde) se midieron la producción de leche, posteriormente a la segunda ordeña se reincorporaron las crías con las madres. Posterior al destete de las crías, se estimó el potencial de producción de leche en un periodo de 24 h. En este caso, se realizó el vaciado de la ubre (ordeña) un día antes en la tarde y posteriormente se realizaron 2 ordeñas con un intervalo de 12 h (mañana y tarde). Para medir la cantidad de leche se utilizaron pesadores de leche.

3.3.2 Peso corporal y condición corporal

El peso corporal (PC) de las hembras se determinó desde el inicio del estudio (-1 día) hasta el día 112 del estudio, y fue determinado cada 28 días. El

peso corporal fue determinado en la mañana antes de alimentarlos. La condición corporal (CC) se determinó desde el inicio del estudio (-1 día), hasta el día 112 del mismo, y fue registrado cada 14 días mediante la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1997). Esta técnica consiste en medir la masa muscular de la región lumbar del animal. El valor dado fue en una escala de 1 (muy flaco) a 4 (muy gordo) y considerando niveles con puntos intermedios.

3.3.3 Periodo de anovulación posparto

En las cabras de los dos grupos, la actividad ovulatoria se determinó desde el inicio del estudio (-1 día) hasta el día 112 del mismo, y se realizó cada 14 días. Para ello, en cada ocasión se realizó 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 cada ultrasonido realizado.

Se definió como anovulación posparto (AVPP) al período comprendido desde el parto hasta que se detectó por primera vez mediante el ultrasonido, la presencia de algún cuerpo lúteo en las hembras.

3.4 Análisis de datos

El peso corporal, la condición corporal y la producción láctea se compararon mediante un ANOVA (análisis de varianza para medidas repetidas) a dos factores (tiempo del estudio y tratamiento). Después, se realizaron pruebas de *t* independiente para comparar las cantidades promedios en cada medida. Estos análisis se realizaron utilizando el programa estadístico SYSTAT, versión 10 (SPSS, Evanston ILL). Los resultados son expresados en promedio \pm error estándar del promedio (eem).

IV. RESULTADOS

4.1 Producción láctea

La producción de leche en las cabras de los dos grupos durante el estudio se muestra en la Figura 4. En esta figura se observa que la producción de leche desde el inicio del estudio (Día 1 = 8 ± 0.6 días posparto) hasta el destete de las crías, no fue diferente entre los 2 grupos ($P > 0.05$). Sin embargo, en las mediciones realizadas después del destete (día 42 posparto) hasta 14 días después del fin de los días largos (84 días del estudio), el grupo experimental fue superior produciendo en promedio 19% más de leche que el grupo testigo ($P < 0.02$). En efecto, el ANOVA mostró un efecto del tiempo ($P < 0.001$), así como una interacción tiempo * grupo ($P < 0.005$).

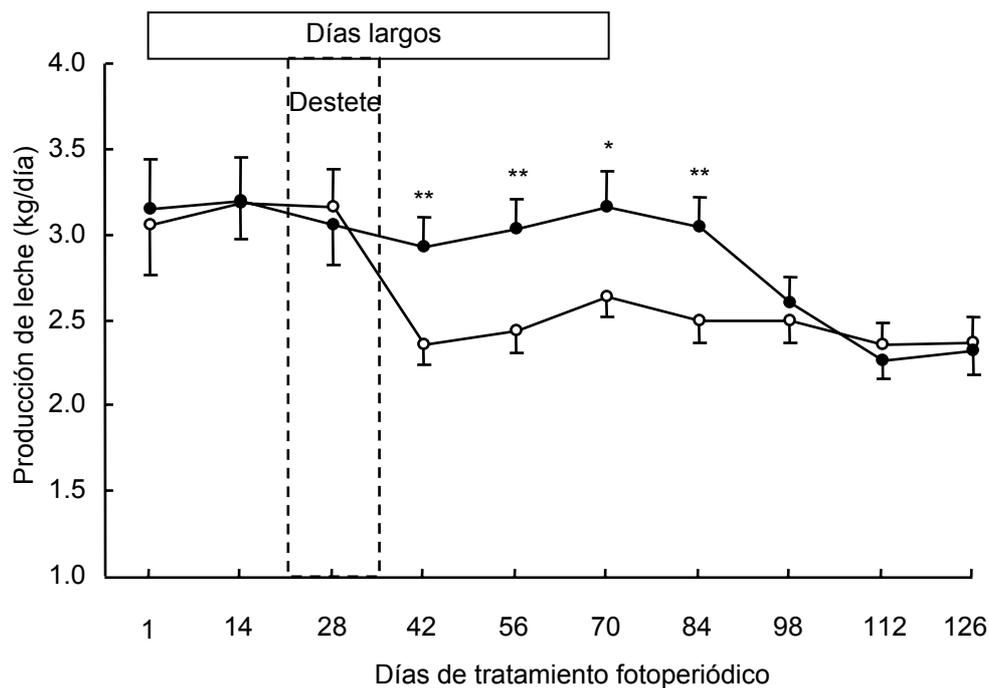


Figura 4. Evolución de la producción láctea (promedio \pm eem) de dos grupos de cabras Saanen explotadas en el subtrópico Mexicano (26° N). Un grupo (círculos negros) fue sometido del día 8 ± 0.6 de la lactancia (día 1) a 70 días largos artificiales a partir del 15 de diciembre (16 h luz/día), mientras otro grupo (círculos blancos) fue sometido a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región durante el invierno. * $P < 0.05$, ** $P \leq 0.01$

4.2 Peso corporal y condición corporal

El peso y condición corporal fue similar en los dos grupos durante todo el estudio (Figura 5). En efecto, el ANOVA solamente reveló un efecto del tiempo del estudio en las dos variables en ambos grupos ($P < 0.001$).

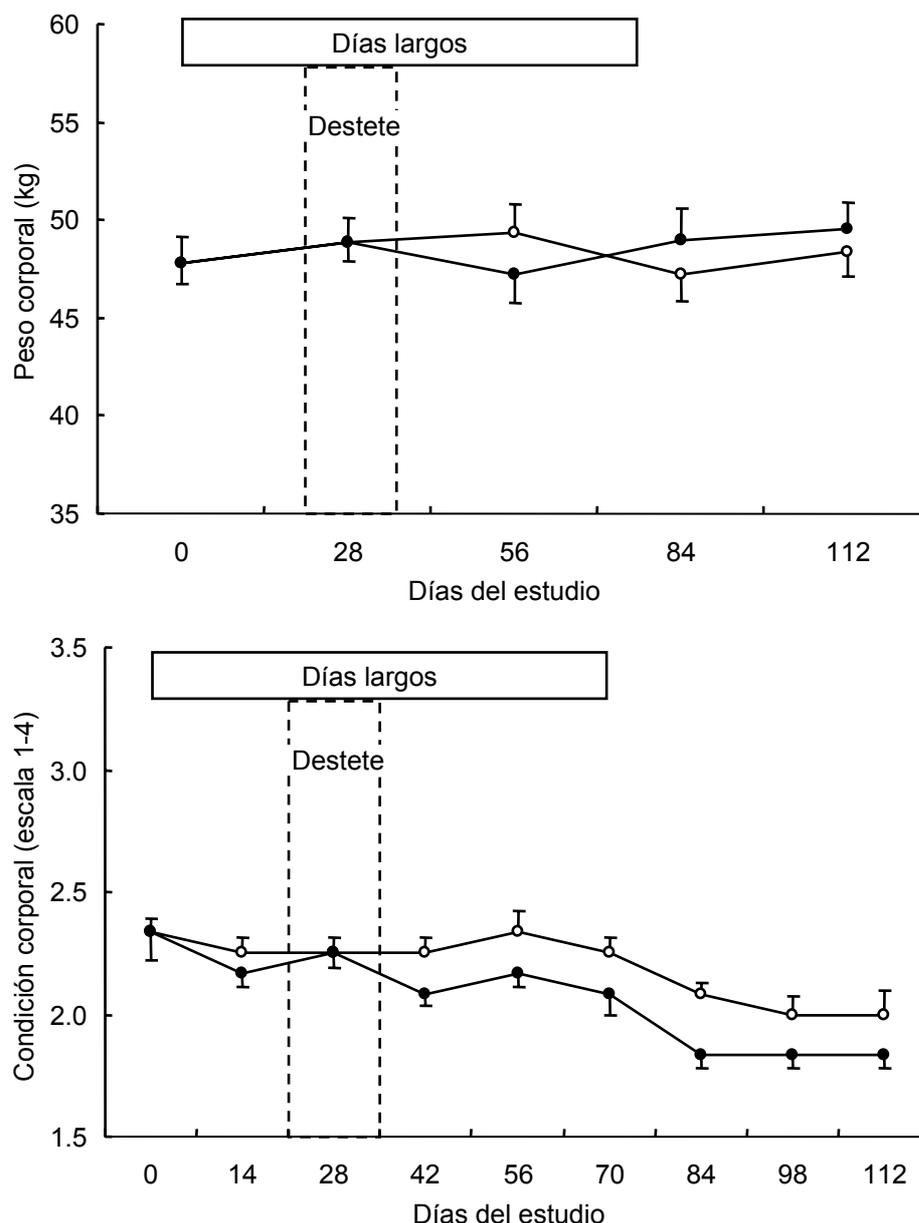


Figura 5. Evolución del peso y condición corporal (promedio \pm eem) de dos grupos de cabras Saanen del subtropical Mexicano (26° N). Un grupo (círculos negros) fue sometido del día 8 ± 0.6 de la lactancia (día 1) a 70 días largos artificiales a partir del 15 de diciembre (16 h luz/día), mientras otro grupo (círculos blancos) fue sometido a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región durante el invierno.

4.3 Período de anovulación posparto

Ninguna hembra de los dos grupos presentó actividad ovulatoria durante el tiempo que duró el estudio (112 días, $P > 0.05$).

V. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio, demuestran que las cabras Saanen del subtrópico mexicano mantenidas en un sistema intensivo la exposición a días largos artificiales durante el invierno incrementa el nivel de producción de leche después del destete en comparación con las cabras mantenidas en los días cortos naturales. En efecto, en el presente estudio el grupo tratado con días largos no disminuyó su nivel de producción de leche, después del destete de las crías, mientras que en las cabras en fotoperiodo natural la producción láctea disminuyó más de un 20% después del destete. Esta ausencia de la disminución láctea en el grupo tratado fue debida muy probablemente a un efecto galactopoyético por la percepción de los días largos a los que fueron sometidos. En efecto, Mejía-Vázquez (2007), reportó que cabras Alpinas cruzadas con Criollas sometidas al fotoperiodo natural tienen una disminución importante en la producción láctea después del destete (30 días aproximadamente del parto), mientras las hembras tratadas con días largos la producción láctea no disminuye tan drásticamente lo que ocasionan que estas hembras produzcan un 25% más de leche. Este efecto de los días largos sobre la producción de leche en las cabras del grupo tratado en el presente trabajo es coincidente al efecto galactopoyético del fotoperiodo de los días largo reportado en las hembras bovinas de la raza Holstein (Dahl *et al.*, 1997, 2000). Estos autores demostraron que después de 4 semanas de exposición a días largos artificiales (18 h luz: 6 oscuridad) inició un incremento significativo (de aproximadamente 2.5 kg/vaca/día) en el nivel de producción de leche. Además, ellos mostraron que manteniendo los días largos durante 12 semanas también se mantuvo la diferencia en la producción de leche con respecto al grupo control.

Otro factor que pudo haber influido en la producción de la leche fue la alimentación sin embargo, los dos grupos fueron sometidos a la misma alimentación durante todo el estudio. Además el peso corporal y la condición corporal que es indicativa del nivel alimenticio fue similar durante todo el estudio. Lo anterior refuerza la hipótesis de que la alta producción se debió a que en los animales aumenta el efecto galactpoyético, posiblemente al

aumentar la absorción de los alimentos consumidos. En efecto, como se mencionó anteriormente en las cabras Criollas del subtrópico mexicano los días largos incrementaron la producción láctea en comparación las hembras testigo, independiente de la alimentación ya que ambos grupos fueron alimentados cuantitativa y cualitativamente con la misma dieta (Mejía-Vázquez, 2007), además se ha mencionado en las vacas que la producción láctea aumenta con los días largos independiente de la alimentación (Dahl *et al.*, 2000).

En nuestro estudio, ninguna hembra de los dos grupos presentó actividad ovulatoria durante todo lo que duró el estudio (112 días). La respuesta de las hembras del grupo tratado fue similar a lo reportado recientemente, en cabras locales encastadas con Alpino que paren en octubre. En efecto, en éstas hembras ninguna del grupo expuesto a días largos artificiales reinició su actividad ovárica durante los 75 días que duró el estudio (Mejía-Vázquez, 2007). Es probable que esto se deba a que las hembras caprinas son fotosensibles y la exposición de días largos inhibe la su actividad reproductiva (Delgadillo *et al.*, 2004). En efecto, se ha demostrado que en las ovejas y las cabras de las zonas templadas y algunas de las zonas subtropicales como son las cabras Criollas del Norte de México (26° N) la actividad ovárica termina cuando estas son sometidas a días largos (Delgadillo *et al.*, 2004). Sin embargo, la respuesta del grupo testigo fue diferente a lo reportado por Mejía-Vázquez (2007), quien menciona que la mayoría de las cabras (de un 90 a un 100%) expuestas al fotoperiodo corto natural mostró ovulación a los 58.0 ± 1.3 días posparto después del destete, las cuales parieron en el mes de octubre. Esto se pudo deber a la diferente época de nacimiento ya que anteriormente sea reportado que la época de parto en las cabras Criollas del subtrópico mexicano tiene un efecto fuerte en la duración del APP (Delgadillo *et al.*, 1997). En nuestro estudio las hembras parieron en diciembre mientras en el estudio de Mejía-Vázquez (2007) parieron en octubre. Las hembras que parieron en octubre la fecha en la cual se realizó el destete fue dentro de la estación reproductiva (noviembre-diciembre), mientras que en las de nuestro estudio fue en enero el cual pertenece a la estación de anestro (Carrillo y Véliz, 2007). Lo anterior probablemente provocó que en estas hembras el APP se extendiera durante el todo el estudio. Lo cual concuerda con lo descrito en las cabras

Criollas de esta región donde el APP es más largo en las hembras que paren en enero (aproximadamente 200 días), que en aquellas que paren en mayo (aproximadamente 100 días) u octubre (aproximadamente 50 días; Delgadillo *et al.*, 1997).

VI. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten concluir que en las hembras Saanen del subtrópico mexicano sometidas a días largos durante la lactancia temprana se incrementa la producción láctea y este efecto permanece solamente durante dos semanas después de suspender el tratamiento de días largos artificiales.

Además se concluye que la exposición a días largos no incrementa el anestro posparto en las cabras Saanen del subtrópico mexicano que paren en diciembre.

VII. REFERENCIAS

- Abi-Salloum, B., Claus, R. 2005. Interaction between lactation, photoperiodism and male effect in German Merino ewes. *Theriogenology*. 63, 2181-2193.
- Aharoni, Y., Brosh, A., Ezra, E. 2000. Short communication: prepartum photoperiod effect on milk yield and composition in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83(12), 2779-81.
- Alberio, R. 1976. Role de la photoperiode dans le developpement de la fonction de reproduction chez l'agneau Ile-de-France de la naissance à 21 mois. Thèse Doctorat 3ème cycle. Université Paris, France. VII : 57.
- Ausdist, M.J., Turner, S.A., McMahon, C.D., Prosser, C.G. 2007. Effects of melatonin on the yield and composition of milk from grazing dairy cows in New Zealand. *J. Dairy Res.* 74, 52-57.
- Ávila, S., Romero, L. 2006. Anatomía y fisiología de la glándula mamaria. En: Ávila, T.S., Gutiérrez, C.A. (Eds). *Producción de ganado lechero*. 7ª Edición, Ed. CECSA. 217-251.
- Bocquier, F., Kann, G., Theriez, M. 1990. Relationships between secretory patterns of growth hormone, prolactin and body reserves and milk yield in dairy ewes under different photoperiod and feeding conditions. *Anim. Prod.* 51, 115-125.
- 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.

- Bocquier, F., Ligios, S., Molle, G., Casu, S. 1997. Effet de la photopériode sur la production, la composition du lait et sur les consommations volontaires chez la brebis laitière. *Ann. Zootech.* 46, 427-438.
- Cantú, J.E. 2004. *Zootecnia del Ganado Caprino*. UAAAN-UL, Torreón, Coahuila, México, 182 pp.
- Carrillo, E., Véliz F.G. 2007. Estacionalidad reproductiva de los machos y hembras cabríos de la raza Alpino Francés adaptados en el subtrópico Mexicano. *Memorias de la XXII Reunión Nacional sobre Caprinocultura*, del 3 al 5 de octubre, Zacatecas, Zac., México, CD.
- CONAGUA. 2005. Comisión Nacional del Agua, Subdelegación Región Lagunera. *Registros de Archivos de esta Dependencia*.
- Dahl, G.E., Buchanan, B.A., H. Tucker, A. 2000. Photoperiodic effects on dairy cattle: A review. *J. Dairy Sci.* 83, 885-893.
- Dahl, G.E., Petitclerc, D. 2003. Management of photoperiod in the dairy herd for improved production and health. *J. Anim. Sci.* 81(Suppl. 3), 11-17.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Fitz, R., Duarte, G., Véliz, F.G., Carrillo E., Flores, J.A., Vielma, J., Hernández H., Malpoux, B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod. Fertil. Dev.* 58, 493-499.
- 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.
- 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.

- Dahl, G.E., Elsasser, T.H., Capuco, A.V., Erdman, R.A., Peters, R.R. 1997. Effects of a long daily photoperiod on milk yield and circulating concentrations of insulin-like growth factor-I. *J. Dairy Sci.* 80, 2784-2789.
- Garcia-Hernandez, R., Newton, G., Horner, S., Nuti, L.C. 2007. Effect of photoperiod on milk yield and quality, and reproduction in dairy goats. *Livest. Sci.* 110, 214-220.
- Ginther, O.J., Kot, K. 1994. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. *Theriogenology.* 42, 987-1001.
- Gwinner, E. 1986. *Circannual Rhythms: Endogenous Annual Clocks in the Organization of Seasonal Processes.* Springer Verlag, New York.
- Karsch, F.J., Bittman, E.L., Foster, D.L., Goodman, R.L., Legan, S.J., Robinson, J.E. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent. Prog. Horm. Res.* 40, 185-824.
- Lincoln, G.A., Short, R.V. 1980. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Recent. Prog. Horm. Res.* 36, 1-52.
- Linzell, J.L. 1973. Innate seasonal oscillations in the rate of milk secretion in goats. *J. Physiol.* 230, 225-233.
- Mabjeesh, S.J., Gal-Garber, O., Shamay, A. 2007. Effect of photoperiod in the third trimester of gestation on milk production and circulating hormones in dairy goats. *J. Dairy Sci.* 90(2), 699-705.
- Malpaux, B., Chemineau, P., Pelletier, J. 1993. Melatonin and reproduction in sheep and goats. In "Melatonin: Biosynthesis physiological effect and clinical applications". Reitr. R. S. Yu H. S. Ed. CRC Pres. Prod. 253-287.

- Marcek, J.M., Swanson, L.V. 1984. Effect of photoperiod on milk production and prolactin of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67, 2380-2388.
- Martin, G.B., Rodger, J., Blache, D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reprod. Fertil. Dev.* 16, 491-501.
- Mejía-Vázquez, A. 2007. La exposición a días largos artificiales incrementar la producción de leche y prolonga la duración del anestro postparto en cabras que paren en octubre (otoño). Tesis de Maestría. UAAAN-UL, 26 de octubre de 2007, Torreón, Coahuila, México, 84 pp.
- Peters, R.R., Chapin, L.T., Leining, K.B., Tucker, H.A. 1978. Supplemental lighting stimulates growth and lactation in cattle. *Science.* 24, 199(4331), 911-912.
- Peters, R.R., Tucker, H.A. 1978. Prolactin and growth hormone responses to photoperiod in heifers. *Endocrinology.* 103, 229-234.
- Rooningen, K. 1964. Effect of age on milk yield in goats. *Anim. Breed. (Abstr.)* 33, 436.
- SAGARPA. 2005. Boletín informativo 095 05 México, DF, 05 Marzo 2005.
- Salama, A.K., Caja, G., Such, X., Rovai, M., Casals, R., Albanell, E., Marin, M. P., Marti, A. 2003. Effects of once versus twice daily milking throughout lactation on milk yield and milk composition in dairy goats. *J. Dairy Sci.* 86, 1673-1680.
- Siglo de Torreón, 2006.
- Steine, T. 1975. Genetic and phenotypic parameters of production traits in goats. *Anim. Breed. (Abstr.)* 44, 575.

- Stevenson, J.S., Pollmann, D.S., Davis, D.L., Murphy, J.P. 1983. Influence of light on sow performance during and after lactation. *J. Anim. Sci.* 56, 1282-1286.
- Thwaites, C.J. 1965. Photoperiodic control breeding activity in the Southdown ewe with particular reference to the effects of equatorial light regimen. *J. Agri. Sci. Camb.* 65, 57-64.
- 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.