

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



En cabras de doble propósito, la administración de melatonina durante el periodo seco promueve una mayor producción de leche y ganancia de peso de las crías en las 2 primeras semanas postparto.

Por:

CARLOS TEODORO NUÑEZ MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Junio 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

En cabras de doble propósito, la administración de melatonina durante el periodo seco promueve una mayor producción de leche y ganancia de peso de las crías en las 2 primeras semanas postparto.

Por:

CARLOS TEODORO NUÑEZ MARTÍNEZ

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


Dr. Horacio Hernández Hernández
Presidente


MB. Ricardo Avilés Ruiz
Vocal


Dr. José Alfredo Flores Cabrera
Vocal


Dr. Manuel De Jesús Flores Nájera
Vocal Suplente


MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Junio 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

En cabras de doble propósito, la administración de melatonina durante el periodo seco promueve una mayor producción de leche y ganancia de peso de las crías en las 2 primeras semanas postparto.

Por:

CARLOS TEODORO NUÑEZ MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Horacio Hernández Hernández
Asesor Principal

MB. Ricardo Avilés Ruiz
Coasesor

Dr. José Alfredo Flores Cabrera
Coasesor

MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Junio 2019



AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien me da la dicha de poder cumplir un objetivo más en mi proyecto de vida. Quien ha estado en los momentos más difíciles de mi camino.

A mis padres, Teodoro Nuñez Monje y Teresa Martínez Domínguez por haberme dado la vida y apoyarme incondicionalmente en tanto momentos difíciles y buenos para obtener un logro tan grande como es el convertirme en un profesionalista.

A mi hermana, María Candelaria Nuñez Martínez, por ser parte de mi familia y darme su ayuda incondicional.

A mi Alma Mater, por aceptarme ser parte de ella y darme una formación como profesionalista.

Al M.B. Ricardo Avilés Ruiz, por tenerme paciencia en explicarme cosas que no entendía, como también brindarme todo su apoyo y permitirme ser parte de su proyecto para realizar mi tesis de titulación.

A todos los maestros e integrantes del Departamento de CIRCA, Dr. Horacio Hernández Hernández, Dr. José Alfredo Flores Cabrera, Dr. José Manuel Flores Nájera INIFAP, por haber asesorarme y brindarme el apoyo para realizar mi tesis de licenciatura.

A todos aquellos maestros que me dieron clases en el transcurso de la carrera por brindarme su conocimiento, experiencias laborales, su amistad y consejos, a todos muchas gracias.

DEDICATORIAS

A mis padres, Teodoro Nuñez Monje y Teresa Martínez Domínguez por su confianza y el apoyo que me brindaron todo este tiempo.

A mi hermana, María Candelaria Nuñez Martínez, a quién quiero mucho.

A toda mi familia, gracias a todos por su voto de confianza, sus consejos, toda su ayuda y su apoyo, muchas gracias a todos los que estuvieron y siguen estando conmigo.

A mis amigos, por estar conmigo en momentos buenos y malos, como también en darme su apoyo cuando lo necesité.

RESUMEN

En el presente trabajo, probamos la hipótesis de que la producción de leche y la ganancia de peso de las crías es mayor en las madres que se les implanta melatonina durante el periodo seco en días largos naturales, en comparación con las que no se les coloca el implante de melatonina. Se utilizaron 25 cabras criollas encastadas preñadas múltiparas que fueron agrupadas homogéneamente en un diseño factorial durante su periodo seco a 49 días preparto y sometidas al fotoperiodo largo natural en el solsticio de verano. A un grupo de cabras se les colocó dos implantes (18 mg) de melatonina (MEL, n= 10), a otro grupo las cabras no fueron implantadas y sirvió como el grupo control (DLN, n= 15). La prolificidad fue de 1.7 ± 0.2 , en ambos grupos. Durante los 14 días postparto las cabras del grupo MEL tuvieron un mayor ($P < 0.05$) promedio de producción de leche (1.93 ± 0.10 kg) comparado con las que no se les colocó tal implante (1.35 ± 0.07 kg). La ganancia diaria de peso de los cabritos fue mayor ($P < 0.05$) en aquellas cuyas madres recibieron los implantes de melatonina en comparación con los cabritos de madres del grupo control (169 ± 7 g y 143 ± 6 g, respectivamente). La administración de melatonina a cabras durante el periodo seco, resultó en una respuesta galactopoyética en los primeros 14 días de amamantamiento. Asimismo, la ganancia diaria de peso de las crías fue mayor en los animales, cuyas madres fueron implantadas con melatonina durante el periodo seco.

Palabras clave: Ganancia diaria de peso, Cabrito, Melatonina, Producción de leche, Fotoperiodo.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
INDICE.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. <i>Lactancia.</i>	3
2.2. <i>Factores que influyen sobre la producción láctea en rumiantes.</i>	3
2.2.1 <i>Importancia del periodo seco en la lactación.</i>	3
2.2.2. <i>Número del parto.</i>	3
2.2.3. <i>Número de camada.</i>	4
2.2.4. <i>Edad al parto.</i>	5
2.2.5. <i>Frecuencia de ordeño.</i>	5
2.2.6. <i>Nutrición y alimentación.</i>	6
2.2.7. <i>Época de parto.</i>	6
2.2.8. <i>El fotoperiodo.</i>	7
2.2.8.1. <i>Efecto de los días largos artificiales sobre la producción de leche.</i>	7
2.2.8.2. <i>Efectos de días cortos en el periodo seco en la lactación subsecuente.</i>	9
2.3. <i>Desarrollo corporal del cabrito.</i>	10
2.3.1. <i>Efecto del fotoperiodo sobre el crecimiento corporal.</i>	11
3. OBJETIVO.....	13
4. HIPÓTESIS.....	13
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
5.1. <i>Lugar de estudio.</i>	14
5.2. <i>Condiciones generales de manejo.</i>	14
5.3. <i>Diseño experimental.</i>	14
5.4. <i>Variables evaluadas.</i>	15
5.4.1. <i>Producción de leche.</i>	15

5.4.2. <i>Pesos de las crías.</i>	15
5.4.3. <i>Ganancia de peso diaria promedio de los cabritos.</i>	16
5.5. <i>Análisis de Datos.</i>	16
6. RESULTADOS	17
6.1. <i>Producción de leche.</i>	17
6.2. <i>Cambios del peso corporal de los cabritos.</i>	18
6.3. <i>Ganancia diaria de peso de los cabritos.</i>	19
7. DISCUSIÓN.....	20
8. CONCLUSIONES.....	22
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	23

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Promedio (\pm EEM) de producción de leche de un grupo de cabras que recibió días largos naturales del solsticio de verano durante el periodo seco (grupo DLN; n= 15, barra blanca), y de otro grupo que fue manejado en las mismas condiciones, pero en el que cada cabra recibió dos implantes subcutáneos de melatonina en la oreja (18mg de melatonina; grupo MEL; n=10, barra negra). El asterisco indica una diferencia estadística significativa entre los tratamientos (** $P<0.001$).	17
Figura 2 Promedio (\pm EEM) de los cambios en el peso corporal de los cabritos (machos y hembras) proveniente de cabras que estuvieron bajo los días largos naturales en el solsticio de verano durante el periodo seco (grupo DLN; n= 25, marcadores blancos), y de los cabritos cuyas madres fueron manejadas en las mismas condiciones, pero cada una de ellas recibió dos implantes subcutáneos de melatonina en la oreja (18mg de melatonina) (grupo MEL; n=17, marcadores negros). Existió un efecto significativo estadístico del tiempo, del sexo y una interacción tiempo x tratamiento en el peso corporal de los cabritos ($P<0.001$, $P<0.05$ y $P<0.05$, respectivamente).	18
Figura 3 Promedio (\pm EEM) de la ganancia diaria de peso de los cabritos cuyas madres estuvieron bajo los días largos naturales del solsticio de verano durante el periodo seco (grupo DLN; n= 25, barra blanca), y de los cabritos cuyas madres fueron manejadas en las mismas condiciones, pero cada una recibió dos implantes subcutáneos de melatonina en la oreja (18mg de melatonina; grupo MEL; n=17, barra negra). El asterisco indica una diferencia estadística significativa entre los tratamientos (* $P<0.05$).	19

1. INTRODUCCIÓN

En estudios previos Flores et al. (2011) encontraron que los días largos artificiales (16 horas de luz y 8 de oscuridad) provocan un aumento en la producción de leche durante la fase temprana de ordeño en comparación con las cabras mantenidas bajo fotoperiodo natural que paren en otoño, sin ser afectada la calidad de la leche. Este mismo grupo de investigadores también investigaron la influencia que tienen los días largos artificiales sobre el peso de los cabritos al destete cuando nacen durante el otoño y alimentados de manera natural o artificial. Ellos reportaron un mayor peso en los cabritos que son sometidos a días largos artificiales en comparación con los que son mantenidos bajo fotoperiodo corto natural.

Cabe señalar que los crías de las cabras en México son comercializadas como producto cárnico llamado “cabrito”, considerado un manjar entre la población mexicana. El cabrito es una cría joven con un peso entre 7 y 8 kilogramos y con 30 a 45 días de edad (Montaldo et al., 2010). La Comarca Lagunera (Coahuila y Durango) es una región importante de producción de cabrito en el norte-centro de México, es el tercer principal centro abastecedor de cabrito, siguiendo a Zacatecas y San Luis Potosí (Calzado, 2015).

En los bovinos mantenidos en estabulación, está bien documentado que los tratamientos con días cortos artificiales (8 horas de luz y 16 horas oscuridad) durante el último trimestre de gestación (periodo seco) incrementan la producción subsecuente de leche, posiblemente debido a cambios endocrinos (Dalh et al., 2000). El mismo efecto se ha reportado en caprinos lecheros que son mantenidos de manera intensiva (Mabjeesh et al., 2007). Se ha indicado que los elevados

niveles de melatonina en esos animales bajo días cortos artificiales son los responsables de una mayor producción láctea en la subsiguiente lactación. Lo anterior mediante un mecanismo que involucra la reducción de los niveles de PRL debido a los elevados niveles de melatonina.

En las cabras de doble propósito que son mantenidas en pastoreo sedentario, hasta hoy no se conoce si al aplicarles un implante de melatonina (que imita una señal de días cortos en el animal) pueda influir sobre la producción de leche en la lactancia temprana y ello a su vez afectar el peso de los cabritos. Por lo anterior, resulta interesante investigar si en las cabras de doble propósito a las que se les coloca un implante de melatonina pueda modificar la producción láctea y las ganancias de peso diarias de los cabritos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Lactancia.

En mamíferos, la lactancia se considera como la última parte del ciclo reproductivo. Este estado fisiológico es caracterizado por una intensa actividad secretora de las glándulas mamarias para producir leche. En los rumiantes, durante la gestación y después del parto, la glándula mamaria sufre una serie de transformaciones anatómicas y endocrinas que culmina con la secreción de leche (Tucker, 2000).

2.2. Factores que influyen sobre la producción láctea en rumiantes.

2.2.1 Importancia del periodo seco en la lactación.

Se cree que un período de no secreción de leche antes del parto es necesario para permitir el reemplazo de células epiteliales dañadas o senescentes y así maximizar la producción de leche durante la lactación siguiente. Se ha observado que la producción de leche se reduce entre el 15 al 25%, cuando no se realiza este manejo, lo que indica que un período seco entre lactancias es indispensable para los rumiantes lecheros. La información disponible indica que el período seco parece ser innecesario en las cabras lecheras. El omitir el periodo seco entre lactancias redujo la calidad del calostro y tuvo efectos negativos sobre la subsecuente producción de leche. Cuando el secado ocurre espontáneamente a 27 días preparto, las cabras son tan productoras como cuando se les impone un secado de 56 días (Caja et al., 2006).

2.2.2. Número del parto.

En general las diversas razas caprinas presentan sus mayores producciones entre la tercera y cuarta lactancia (Dickinson y King, 1969; Mackenzte, 1970; Rathore, 1971; Subires et al., 1987 y 1988). La producción de leche es baja en las cabras primíparas que en las cabras múltíparas; la producción más elevada es para cabras con 3 a 4 partos (Zeng y Escobar, 1995; Carnicella et al. (2008). De manera similar, Zahraddeen et al. (2009) encontraron que la producción de leche diaria se incrementó conforme se incrementa la paridad de 1 a 3 partos en las cabras Red Sokoto y Sahel. Las razas criollas parecen presentar sus mayores producciones lácteas en la primera lactancia, que en las razas seleccionadas para leche (Gálmez et al., 1987).

2.2.3. Número de camada.

Independientemente del número ordinal del parto, un factor que influye positivamente en la producción lechera que se alcance, es el número de crías al parto. Hayden et al. (1979), señalan la presencia de una directa y estrecha correlación entre la producción de leche y la masa placentaria expresada en gramos, atribuyendo dicho efecto a la mayor concentración de lactógeno placentario. La producción de leche de las cabras, tanto en las especializadas en producción de leche (Browning et al, 1995; Carnicella et al, 2008; Delgado-Pertínéz et al, 2009a) y otras razas (Zahraddeen et al, 2009), puede verse afectada por la prolificidad. Delgado-Pertínéz et al. (2009a) observó en las cabras Payoya, que entre las semanas 1 a 5 de lactancia, una mayor producción para aquella que tenía dos crías en comparación a la que tenía una sola cría. Parece ser que las diferencias fisiológicas como el desarrollo de la glándula mamaria durante la gestación (por ejemplo, el nivel del lactógeno placentario; Hayden et al, 1979) tienen un mayor

impacto sobre la producción de leche que las diferencias en la intensidad de estimulación por el amamantamiento (Browning et al, 1995).

2.2.4. Edad al parto.

La edad al parto tiene un efecto importante en la producción de leche. Diversos autores han estimado que la mayor producción se alcanza entre los 30 a 50 meses de edad (Kennedy *et al.*, 1979); 48 meses (Simmons, 1937); 34 a 38 meses (Iloese *et al.*, 1980); y entre 37 y 42 meses (San Fiorenzo, 1957). Este factor varía notoriamente según la raza de la que se trate. La edad influye también en la persistencia de la lactación, demostrándose que luego de siete años ella se acorta en relación a lactaciones anteriores (French, 1970).

2.2.5. Frecuencia de ordeño.

El efecto de la frecuencia de ordeño es mayor en la lactancia temprana y media, cuando la producción es mayor, que al final de la lactancia (Silanikove *et al.*, 2010), junto con un pico de producción más corto en animales con un ordeño que con ordeños diarios (Salama *et al.*, 2003, 2004). El número de ordeños ha sido destacado desde hace tiempo como factor de manejo que influye en el total de leche producida. Mocquot (1980), indica que el doble ordeño aumenta la producción de leche en 35% y que incluso el hacerlo tres veces al día logra una alza adicional de 20%. Agraz (1981), informa que el practicar un segundo ordeño en el día eleva la producción entre 16% y 22%, señala además que esta práctica ofrece la ventaja adicional de extraer hasta el residuo de leche, que es la porción más rica en grasa. La síntesis de leche por la ubre es altamente dependiente de los efectos locales de la evacuación previa de la ubre (Wilde y Knight, 1990). Así, en vacas Wilde y Kinght

(1990) y en cabras Linzell y Peaker (1971) demostraron que si una glándula de un animal es ordeñada 3 veces/día, su producción se incrementa rápidamente en comparación a la otra glándula del mismo animal ordeñada sólo 2 veces al día.

2.2.6. Nutrición y alimentación.

La alimentación es un factor limitante de la producción láctea y por lo tanto esta puede ser alterada para todos los componentes nutritivos, como son principalmente la energía y proteína e indirectamente por vitaminas y minerales. La influencia de la alimentación no sólo está referida a la mayor o menor cantidad de leche que se produzca, sino también a las alteraciones en su composición y en la persistencia de la lactancia. En la cabra la mayor ingesta diaria y su alta producción por unidad de peso vivo, se explica por la presencia de una tasa metabólica más alta (Botnick, 1994). Así a igual cantidad de nutrientes la cabra produce más leche que la vaca, ello como resultado de una mayor utilización del alimento (35% versus 31% del alimento consumido en cabra y vaca respectivamente). Min *et al.* (2005) describieron que la producción láctea puede ser afectada por el valor nutricional de la dieta. La baja calidad de la dieta provoca una alta movilización de tejido adiposo para apoyar la lactancia. Lo anterior disminuye el nivel y el tiempo máximo de producción láctea, así como la persistencia de la lactancia en comparación con las dietas de alta calidad. Gall (1981), afirma que no sólo el volumen de alimento suministrado para las cabras es importante, también lo es el grado de utilización del alimento lo que hace la diferencia entre animales buenos y malos productores.

2.2.7. Época de parto.

Se ha descrito que la época de parto puede influenciar entre el 5% y 35% de la variación total de la producción láctea (Rooinngen, 1964). Esta variación en la producción está dada por la existencia de un efecto estacional, así, las hembras que paren en invierno y primavera, en el hemisferio norte, producen un 30% más de leche que aquellas que paren en otras épocas del año. Lo anterior posiblemente se deba a que durante el invierno y la primavera existe una mayor cantidad de pastos y forrajes que en las otras estaciones del año (Gall, 1981).

Es indudable que otros factores ambientales tienen también una gran importancia, así la humedad y temperatura (Larson, 1978), cantidad de lluvias, velocidad del viento, horas luz (Sands y McDowell, 1978), presentan una relación favorable o desfavorable con la producción de leche.

2.2.8. El fotoperiodo.

2.2.8.1. Efecto de los días largos artificiales sobre la producción de leche.

Linzell, en (1973), reportó por primera vez en caprinos, el efecto del fotoperiodo (duración del ciclo de luz-oscuridad en un día) sobre la producción de leche. Este autor observó que la producción de leche oscila de una manera estacional, siendo alto durante el verano (días largos) y baja durante el invierno (días cortos). Esta variación estacional en la producción de leche persistió independiente de la alimentación de las hembras, lo cual sugiere que la variación en la producción ocurrió a pesar, lo cual sugiere que la variación en la producción de leche en cabras, depende de la duración del día. Posteriormente, en condiciones de fotoperiodo artificial, el efecto de los días largos fue demostrado en ganado lechero. Al respecto, Peters et al., (1978), demostraron que cuando las vacas son

sometidas a un fotoperiodo de días largos artificiales (16 horas luz y 8 horas oscuridad), la producción de leche es mayor que en aquellas hembras mantenidas bajo condiciones de fotoperiodo natural. A partir de ese tiempo, se iniciaron una serie de estudios encaminados a determinar el efecto galactopoyético de los días largos sobre la producción de leche. En vacas, se han encontrado incrementos en la producción de leche que van de 2 a 3 kg por vaca por día, cuando las hembras se encuentran bajo un fotoperiodo de días cortos naturales o artificiales (Dahl et al., 1997, 2000).

En ovejas, el fotoperiodo también ejerce un efecto galactopoyético. Por ejemplo, en ovejas de la raza Préalpes du Sud, la producción de leche se incrementó hasta un 52% cuando fueron sometidas a un fotoperiodo de días largos 6 semanas antes del parto y 8 semanas después, en comparación a las hembras mantenidas en fotoperiodo de días cortos (Bocquier et al., 1993). En otro estudio desarrollado en ovejas de la raza East Friesian de Australia, la producción de leche fue mayor (21%) en las ovejas sometidas a un fotoperiodo de días largos artificiales en comparación a las hembras mantenidas bajo fotoperiodo natural decreciente (Morrisey et al., 2008).

En cabras de la raza Saanen en Francia, Delouis y Mirman, (1984), demostraron un efecto de días largos artificiales sobre la producción de leche. Estos autores encontraron un incremento de un 33% en la producción de leche cuando sometieron las cabras a un fotoperiodo de días largos artificiales durante el invierno, en comparación a las cabras mantenidas bajo condiciones de fotoperiodo natural. En cabras originarias de latitudes subtropicales, García-Hernández et al., (2007),

encontraron que la exposición de las hembras a un fotoperiodo de días largos incrementó la producción de leche.

En otro estudio realizado por Flores et al. (2011), se encontró mayor producción en cabras que parieron en otoño y se sometieron a un tratamiento fotoperiodico de días largos artificiales (8 horas de oscuridad y 16 horas de luz) en comparación con las cabras que se mantuvieron en tratamiento de fotoperiodo natural. En vacas lactantes hay evidencia de que el aumento del factor de crecimiento similar a la insulina-I es un mediador del efecto galactopoyético del fotoperíodo de días largos, particularmente como otras hormonas galactopoyéticas, tales como la hormona del crecimiento y la hormona tiroidea, no parecen verse afectadas por el manejo del fotoperíodo (Auchtung et al., 2005).

2.2.8.2. Efectos de días cortos en el periodo seco en la lactación subsecuente.

Vacas expuestas a una duración reducida de luz durante el período seco produjeron más leche durante la lactancia posterior, en relación con las vacas expuestas a días más largos. Los cambios constantes en concentraciones prolactina (PRL) observadas durante la manipulación del fotoperíodo de días cortos durante la etapa seca la caracteriza como una hormona potencial. De particular importancia, cabe la posibilidad de que la capacidad de un animal para responder a PRL circulante, denominada sensibilidad de PRL, puede ser debida a los niveles relativos de expresión receptor de prolactina (PRL-R) en la membrana de las células diana.

Las investigaciones apoyan el concepto de ERV4 que las alteraciones en la sensibilidad de la PRL pueden afectar a los efectos del fotoperíodo de días cortos (FPDC) en vacas secas. Primero la PRL es de importancia crítica para la etapa secundaria de Lactogénesis que ocurre antes y durante el parto. Además, la expresión de PRL-R fluctúa durante los cambios de los procesos fisiológicos, como la transición de la gestación a la lactancia. Finalmente, se ha reportado una relación inversa entre PRL en sangre y la expresión de ARNm de los PRL-R en tejido parenquimatoso mamario de vaquillas expuestas a diferentes tratamientos fotoperiódicos. Sin embargo, la influencia del fotoperíodo en la expresión de PRL-R en el glándula mamaria de vacas multíparas no ha sido caracterizado (Auchtung et al., 2005).

2.3. Desarrollo corporal del cabrito.

La alimentación exclusivamente láctea de los cabritos en las primeras 6-8 semanas de vida mejora su crecimiento y las características de la canal, ya que la introducción de concentrados en su dieta reduce la ingesta, su ritmo de crecimiento y el nivel de engrasamiento de la canal, a pesar de recuperarse en varias semanas (Peña et al., 2009).

El factor que determina la ganancia diaria promedio de los cabritos es la raza. Tanto la raza Boer como la Nubia muestran ventajas en la tasa de crecimiento en comparación con los cabritos de razas locales. Se ha demostrado que la cruce de las razas criollo x Boer y criollo Nubia las crías tienen un crecimiento mayor que las crías de las razas encastadas y ay una mayor ganancia de peso aquellos cabritos que vienen de partos sencillos en comparación con los de partos múltiples. Además

los machos también muestran una mayor tasa de crecimiento en comparación con las hembras (Montaldo et al., 2010).

2.3.1. Efecto del fotoperiodo sobre el crecimiento corporal.

Al igual que el fotoperiodo de días largos artificiales ejerce un efecto galactopoyético en razas lecheras (vacas, ovejas y cabras), también esta señal está asociada a una mayor ganancia diaria de peso de las crías. En efecto, en un estudio realizado con corderos de un mes de edad se demostró que la exposición a días largos resultó en mayor peso que los corderos expuestos a un fotoperiodo de días cortos artificiales (Forbes et al., 1975). Este mínimo efecto fue encontrado en vaquillas Holstein Fresian, en las que la exposición a un fotoperiodo de días largos incrementó un 10 a 15% peso que las mantenidas en un FPDC naturales (Tuker et al., 1979). En cabras, recientemente se demostró que las crías expuestas junto con sus madres a un FPDL desde el nacimiento hasta el destete (30 días de edad), ganaron más peso por día que las crías mantenidas con sus madres y expuestas a un fotoperiodo natural decreciente (Mejía, 2007). Lo anterior se debió posiblemente a la mayor producción láctea de sus madres por los días largos en un trabajo llevado a cabo por Flores-Nájera (2018) donde sometieron dos grupos de caritos de 4 días de vida a un tratamiento FPDL con amamantamiento natural y artificial en comparación con dos grupos que percibieron el FPDC natural, llegando a la conclusión de que para crías de cabras nacidas en otoño, la exposición a FPDL promueve un mayor peso corporal al destete y este efecto está presente durante la fase temprana de crecimiento de las crías, siendo independiente de la estrategia de alimentación de leche. Las concentraciones de IGF-1 son mayores en las crías que

se exponen a FPDL independientemente del tipo de amamantamiento (natural o artificial).

De todo lo descrito en la presente revisión, sobresale que el tratamiento con días cortos en el periodo seco incrementa la producción láctea en la siguiente lactancia de rumiantes especializados en la producción de leche y en condiciones de buena nutrición. Caso contrario, en las cabras de doble propósito que son mantenidas en pastoreo sedentario, hasta hoy no se conoce si al aplicarles un implante de melatonina (que simula una señal de días cortos en el animal) pueda influir sobre la producción de leche en la lactancia temprana y ello a su vez afectar el peso de sus cabritos.

3. OBJETIVO

Investigar si en las cabras de doble propósito cuyo periodo seco coincide en los días largos naturales, la aplicación de melatonina exógena (que simula días cortos) incrementa la producción de leche y la ganancia de peso de los cabritos comparado con las cabras que no se les coloca dicho implante.

4. HIPÓTESIS

En las cabras cuyo periodo seco coincide en los días largos naturales, la aplicación de melatonina exógena (que simula días cortos) incrementa la producción de leche y la ganancia de peso de los cabritos comparado con las cabras que no se les coloca el implante de melatonina.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Lugar de estudio.

El experimento se realizó con un productor cooperante cuya unidad de producción se localiza en el ejido Andalucía municipio de Matamoros Coahuila. Con un inventario de 200 cabezas de ganado caprino.

5.2. Condiciones generales de manejo.

Para este trabajo se utilizarán 25 cabras gestantes encastadas multíparas. En promedio las hembras caprinas tenían 49 días a la fecha esperada de parto. Después del parto, las crías se mantuvieron con las madres durante tres semanas, posteriormente las madres se ordeñaron una vez al día. La dieta durante el periodo de estudio consistió de: vegetación nativa; pastoreaban de 10:00 a 13:00 y de 15:00 a 18:00 horas. Además, por las mañanas a cada cabra se le ofreció 0.2 kg de concentrado comercial con 18% de proteína cruda (Generaleche, Purina®, Irapuato, México). El agua y las sales minerales estuvieron disponibles a libre acceso.

5.3. Diseño experimental.

Previamente la reproducción de las hembras fue sincronizada por efecto macho (en el mes de marzo) y la fecha esperada de parto fue en agosto. En promedio a los 45 días antes del parto se conformaron 2 grupos de cabras. En el grupo días largos naturales; DLN (n=15) las hembras se mantuvieron bajo el fotoperiodo natural (días largos) que prevalece en el solsticio de verano. En el grupo melatonina; MEL (n=10) las hembras también estuvieron en condiciones como las del grupo DLN, sin embargo a cada una de ellas se les colocó dos implantes de melatonina (18 mg melatonin, Melovine®, CEVA Sante Animale, Libourne,

France). En las cabras, estos implantes liberan melatonina por 10 semanas y las concentraciones mayores encontradas son de 100 pg/mL (Delgadillo et al., 2001). Los implantes fueron removidos por medio de una sencilla cirugía inmediatamente después del parto.

5.4. Variables evaluadas.

5.4.1. Producción de leche.

Esta producción se midió en las cabras al día 7 y 14 de lactancia. Para ello, en cada ocasión se separaron los cabritos 12 horas previas a la medición de la producción y se ordeñaron las cabras de forma manual para asegurar el completo vaciamiento de la glándula mamaria a las 18:00 horas. Al día siguiente, se realizó un amamantamiento controlado. Así, se registró el peso vacío de los cabritos y en seguida se le permitió el amamantamiento a su respectiva madre y se registró nuevamente el peso lleno del mismo. Después del amamantamiento se ordeñó manualmente la madre para asegurar que se haya vaciado completamente la glándula mamaria. Se obtuvo la diferencia de peso de los cabritos llenos y vacíos y se registró. Con esa cantidad y la cantidad obtenida en la ordeña se obtuvo la producción de leche de la madre en 12 horas. Este resultado fue expresado en kilogramos (kg).

5.4.2. Pesos de las crías.

El peso al nacimiento de los cabritos de ambos grupos fue registrado rápidamente antes de que ellos ingirieran calostro. El procedimiento anterior se realizó cuidando de no interferir con el establecimiento normal del vínculo materno. Posteriormente, con la ayuda de un aditamento de madera donde se colocaban para

poder ser pesadas sin tanto movimiento en la báscula (Torrey electrónica, Cap. 20kgx0.005kg, Monterrey, México). Las crías permanecieron con las madres para su libre amamantamiento excepto el día previo de la medición (12 horas) de la producción de leche. Este resultado fue expresado en kilogramos (kg).

5.4.3. Ganancia de peso diaria promedio de los cabritos.

La ganancia diaria promedio de peso de los cabritos a las 2 semanas de días de vida, se obtuvo restando el peso registrado a los 14 días menos el peso al nacimiento dividido entre los 14 días. Este resultado es expresado en gramos (g).

5.5. Análisis de Datos.

Los datos de la producción de leche fueron analizados por medio de un análisis de varianza (ANOVA) a 2 factores (tiempo de lactancia y tratamiento). Los pesos de las crías al nacimiento a los 7 y 14 días de vida fueron analizados por medio de un ANOVA a 3 factores (edad, sexo y tratamiento). La ganancia promedio de peso de los cabritos se comparó mediante una prueba t de student para 2 grupos. Todos los análisis fueron realizados en el paquete estadístico Stat Graphics Centurion.

6. RESULTADOS

6.1. Producción de leche.

Como se observa en la Figura 1. El promedio de la producción de leche calculado en ambos periodos (día 7 y 14 de lactancia) fue mayor en las cabras del grupo MEL que el de las cabras del grupo DLN ($P < 0.05$).

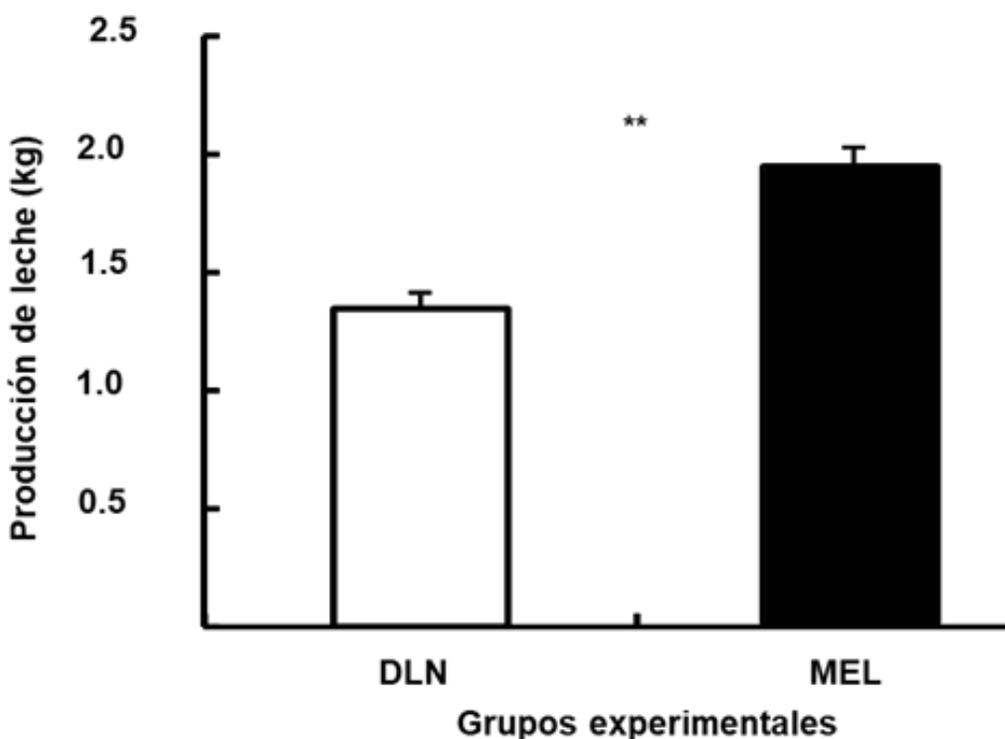


Figura 1. Promedio (\pm EEM) de producción de leche de un grupo de cabras que recibió días largos naturales del solsticio de verano durante el periodo seco (grupo DLN; $n= 15$, barra blanca), y de otro grupo que fue manejado en las mismas condiciones, pero en el que cada cabra recibió dos implantes subcutáneos de melatonina en la oreja (18mg de melatonina; grupo MEL; $n=10$, barra negra). El asterisco indica una diferencia estadística significativa entre los tratamientos (** $P<0.001$).

6.2. Cambios del peso corporal de los cabritos.

En la Figura 2. Se muestra los pesos de los cabritos registrados a diferentes tiempos. En ella se aprecia que los mayores pesos se registraron en los cabritos machos de las cabras del grupo MEL. En efecto el ANOVA para medidas repetidas reveló un efecto del tiempo, del sexo y una interacción tiempo x tratamiento sobre esos pesos ($P<0.001$, $P<0.05$ y $P<0.05$, respectivamente).

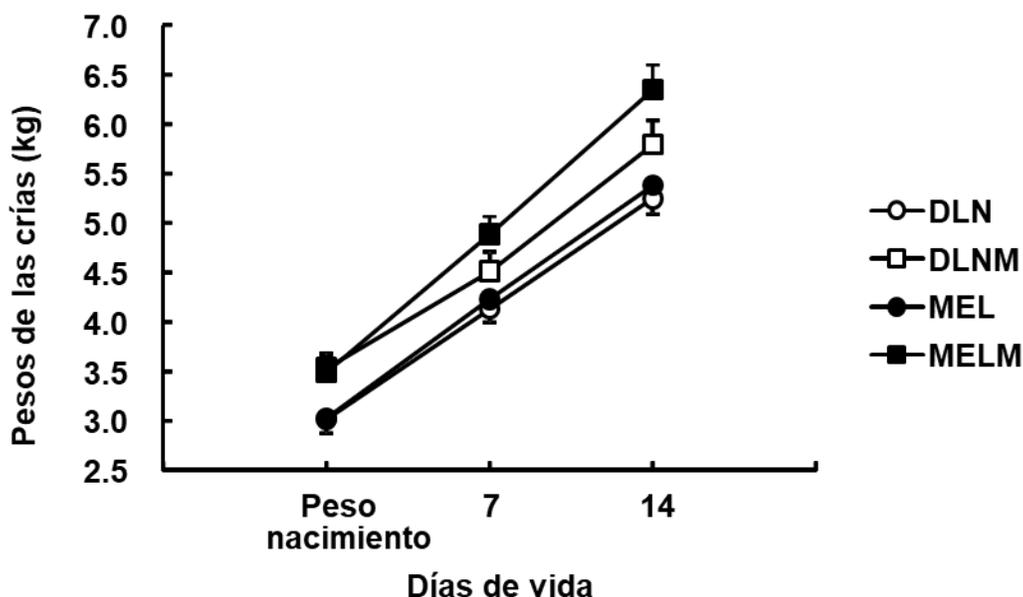


Figura 2. Promedio (\pm EEM) de los cambios en el peso corporal de las cabritos (machos y hembras) proveniente de cabras que estuvieron bajo los días largos naturales en el solsticio de verano durante el periodo seco (grupo DLN; $n=25$, marcadores blancos), y de los cabritos cuyas madres fueron manejadas en las mismas condiciones, pero cada una de ellas recibió dos implantes subcutáneos de melatonina en la oreja (18mg de melatonina) (grupo MEL; $n=17$, marcadores negros). Existió un efecto significativo estadístico del tiempo, del sexo y una interacción tiempo x tratamiento en el peso corporal de los cabritos ($P<0.001$, $P<0.05$ y $P<0.05$, respectivamente).

6.3. Ganancia diaria de peso de los cabritos.

En la Figura 3. Se muestra que considerando hembras y machos de ambos grupos, se observó una mayor ganancia diaria de peso en los cabritos provenientes de madres del grupo MEL que los cabritos provenientes del grupo DLN. En efecto, la prueba de *t* para grupos independientes reveló una significancia estadística ($P < 0.05$).

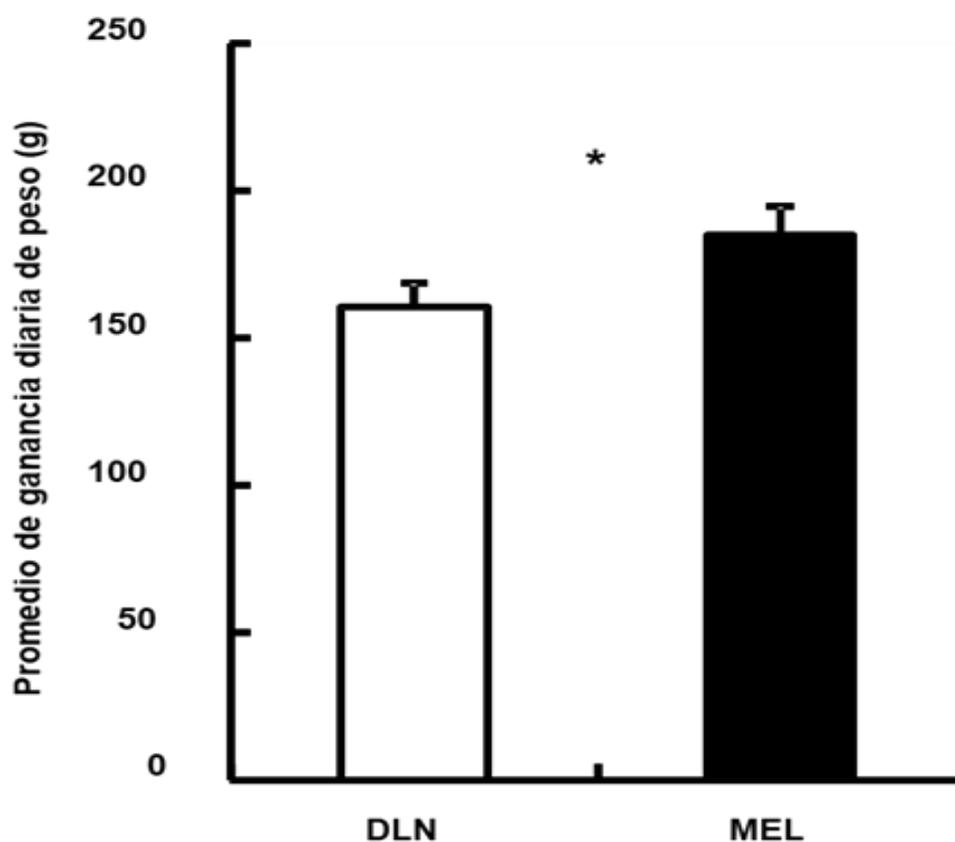


Figura 3. Promedio (\pm EEM) de la ganancia diaria de peso de los cabritos cuyas madres estuvieron bajo los días largos naturales del solsticio de verano durante el periodo seco (grupo DLN; $n = 25$, barra blanca), y de los cabritos cuyas madres fueron manejadas en las mismas condiciones, pero cada una recibió dos implantes subcutáneos de melatonina en la oreja (18mg de melatonina; grupo MEL; $n = 17$, barra negra). El asterisco indica una diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($*P < 0.05$).

7. DISCUSIÓN

En la presente tesis se confirmó que en las cabras cuyo periodo seco coincide en los días largos naturales, la aplicación de melatonina exógena, que simula días cortos, incrementó la producción de leche y la ganancia de peso de sus cabritos comparado con las cabras que no se les aplicó dicha hormona exógena.

Estos resultados están acorde con lo que encontraron Mabeesh y colaboradores (2007), donde las cabras que percibieron días cortos (8 h luz y 16 h oscuridad) artificiales durante el periodo seco tuvieron una mayor producción de leche en la siguiente lactación en comparación con las cabras que percibieron días largos artificiales (16 h luz y 8 h oscuridad). Por lo tanto, se puede asumir que en el presente estudio las cabras del grupo MEL tradujeron durante su periodo seco la percepción de días cortos hasta el momento del parto.

La mayor producción de leche registrada a las dos semanas en el grupo MEL en comparación a las cabras del grupo DLN se debió muy probablemente a 2 procesos encontrados en las vacas lecheras. Primero, estudios previos han documentado que la melatonina aplicada en el periodo seco reduce moderadamente los niveles de la hormona prolactina (PRL), la cual se encuentra en niveles elevados durante los días largos y en el periparto (Dahl et al., 2000). Además, se ha reportado en la rata y en bovinos que esta disminución en las concentraciones de PRL en la lactancia tardía promueve una rápida involución mamaria (Travers et al., 1996; Ollier et al., 2013). Segundo, también de estudios en bovinos lecheros se ha demostrado que cuando se suprimen los niveles de PRL en el periparto se incrementa de modo importante la sensibilidad de los receptores a la

PRL lo cual a su vez resulta galactopoiético (Auchtung et al., 2005; Crawford et al., 2005). Aunque en el presente estudio no se reportan los niveles de PRL de las cabras, está claramente demostrado en esta especie que la aplicación de melatonina inhibe rápidamente las concentraciones de PRL y ello resultando en una mayor producción de leche como lo reportado en animales que fueron sometidos a días cortos durante o periodo seco (Auchtung et al., 2005; Mabjeesh et al., 2007; Mabjeesh et al., 2013).

En la presente tesis la aplicación de melatonina que resultó en una mayor producción láctea, a su vez, esta mayor producción incrementó la ganancia de peso diaria de sus cabritos. En efecto, en el presente trabajo se observó un mayor peso de los cabritos a los 14 días de vida (Figura 2). Lo anterior coincide con resultados recientes en los cuales se ha determinado que las cabras que producen más leche sus cabritos presentan mayor peso que los cabritos de madres que producen menos leche (García y González et al., 2017). Además, se pudo observar que los machos tienen un mayor peso corporal en comparación con las hembras en ambos grupos (Figura 2). Con relación a esto último, en la literatura se ha reportado que en los machos su ganancia de peso es mayor que las hembras (Khan y Naznin, 2013). Asimismo, cuando se investigan algunos factores que pueden afectar el peso de los cabritos el efecto es mayor en los machos que en las hembras. Por ejemplo, en un estudio llevado a cabo por Flores y colaboradores (2018) encontraron que los machos tuvieron una mayor ganancia de peso que las hembras cuando se sometieron a días largos artificiales desde el día 4 de edad.

8. CONCLUSIONES

La administración de melatonina a cabras durante el periodo seco, resultó en una respuesta galactopoyética en los primeros 14 días de amamantamiento en la subsecuente lactación.

La ganancia diaria de peso de las crías fue mayor en los animales, cuyas madres fueron implantadas con melatonina durante el periodo seco.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agraz A. (1981). Caprinotécnica. Edit. Universidad Autónoma de Guadalajara. Guadalajara, México, 840.
- Auchtung T. L., Rius A. G., Kendall P. E., McFadden T. B., Dahl G. E. (2005). Effects of photoperiod during the dry period on prolactin, prolactin receptor, and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88:121–127.
- Botnick M. (1994). The basics of digestion and feeding of goats. The Homesteader's Connection. Dirección Electrónica: <http://www.psmag.com/HC/>. Consultado el 10/01/19.
- Brocquier 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.
- Browning J.R., Leite-Browning, M.L., Sahlu, T. (1995). Factors affecting standardized milk and fat yields in Alpine goats. *Small Rumin. Res.* 13: 173–178.
- Caja G., Salama A. A. K., Such X. (2006). Omitting the dry-off period negatively affects colostrum and milk yield in dairy goats. *J. Dairy Sci.* 89: 4220-4228.
- Calzado R.S.B. (2015). Competitividad de los caprinocultores en la comarca lagunera. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México.

- Carnicella D., Dario M., Ayres M.C.C., Laudadio V., Dario C. (2008). The effect of diet, parity, year and number of kids on milk yield and milk composition in Maltese goat. *Small Rumin. Res.* 77: 71–74.
- Crawford H.M., Dauderman J., Morin D.E., McFadden T.B., Dahl G.E. (2005). Evidence of a role of prolactin in mediating photoperiodic effects during the dry period. *J. Anim. Sci.* 83: 363.
- 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.
- Dahl G. E., Buchanan B. A., and Toker H. A. (2000). Photoperiodic effects on dairy cattle: a review. *J. Dairy Sci.* 83:885-893.
- Delgado-Pertinéz M., Guzmán-Guerrero J.L., Caravaca F.P., Castel J.M., Ruiz F.A., González-Redondo P., Alcalde M.J. (2009a). Effect of artificial vs natural rearing on milk yield, kid growth and cost in Payoya autochthonous dairy goats. *Small Rumin. Res.* 84: 108–115.
- Delouis C., Mirman B. (1984). Influence de la durée quotidienne d'éclairage sur la production laitière de la chèvre. En Compte-rendu des 9e Journées de la Recherche Ovine et caprine. p 352-360. ITOVIC-SPEOC, Paris.
- Dickinson F., King G. (1969). Phenotype parameters of dairy goat lactation records. *J. Dairy Sci.* 60: 104-108.

- Flores M.J., Flores J.A., Elizundia J.M., Mejía A., Delgadillo J.A., Hernández H. (2011). Artificial long-day photoperiod in the subtropics increases milk production in goats giving birth in late autumn. *J. Anim. Sci.* 90:856-862.
- Flores M. J., Flores J. A., Duarte G., Vielma J., Delgadillo J.A., Hernández H. (2018). Artificial long-day photoperiod in the subtropics increases body weight in goat kids born in the autumn. *Small ruminant research.* 169: 181-185.
- Forbes J. M., Driver P. M., El Shahat A. A., Boaz T. G., Scanes C G. (1975). The effect of day length and level of feeding on serum prolactin in growing lambs. *J. Endocrinol.* 64: 549-554.
- French M.H. (1970). Observaciones sobre las cabras. Serie de Estudios Agropecuarios. FAO (Roma). N.E. 80: 234.
- Gall C. (1981). Milk production. In: Goat production. Academic Press. New York. 309-344.
- Gálmez J., Pérez P., Pittet J., Guzmán V., Figueroa E., Briones A. (1987). Producción de leche de cabra criolla según número ordinal del parto. *Avances en Cs. Vet. (Chile).* 2: 121-125.
- García y González, Flores E. J. A; Delgadillo J. A., González-Quirino T., Fernández I. G., Terrazas A., Vielma J., Nandayapa E., Mendieta E. S., J. Loya-Carrera, Flores M. J.; H.Hernández. (2017). Early nursing behaviour in ungulate mothers with hider offspring (*capra hircus*): Correlations between milk yield and kid weight. *Small Rum. Res.* 151: 59-65.

- García-Hernández, Newton R. 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.
- Hayden T.J., Thomas C.R., Forsith L.A. (1979). Effect of number of young born (litter size) on milk yield of goats: Role of placental lactogen. *J. Dairy Sci.* 62: 53-57.
- Iloese, M., Rounsaville, T., McDowell, R., Uggans, G., Van Vleck, L. (1980). Age season adjustment factors for Alpine, Saanen, La Mancha, Nubian and Toggenburg dairy goats. *J. Dairy Sci.* 61: 1309-1316.
- Kennedy T.C. (1979). Prostaglandins and increased endometrial vascular permeability resulting from the application of an artificial stimulus to the uterus of the rat sensitized for the decidual cell reaction. *Biol. Reprod.* 20: 560-566.
- Khan M. K., Naznin M. (2013). Study the live weight and live weight gain of black bengal and jamunapari goat breeds by fitting the linear regression under semi-intensive conditions. *Pakistani J. of Biol. Sci.* 19: 998-1003.
- Larson B. (1978). The dairy goat as a model in lactation studies. *J. Dairy Sci.* 61: 1023-1029.
- Linzell J.L., Peaker M. (1971). The effects of oxytocin and milk removal on milk secretion in the goat. *J. Physiol.* 216: 717-734.
- 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, and 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: 699-705.

- Mabjeesh S. J., Sabastian C., Gal-Garber O., Shamay A. (2013). Effect of photoperiod and heat stressing the third trimester of gestation on milk production and circulating hormones in dairy goats. *J. Dairy Sci.* 96:1 89-197.
- Mejía V. 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. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.
- Min B.R., Hart S.P., Sahlu T., Satter L.D. (2005). The effect of diets on milk production and composition, and on lactation curves in pastured dairy goats. *J. Dairy Sci.* 88: 2604–2615.
- Mocquot J.C. (1980). La réduction du nombre de traite: Mythe ou réalité? *La Chèvre.* 121: 25-31.
- Montaldo H.H., Torres-Hernández G., Valencia-Posadas M. (2010). Goat breeding research in Mexico. *Small Ruminant Research.*89:155-163.
- Morrissey A., Cameron A., and Tilbrook A. (2008). Artificial lighting during Winter increases milk yield in dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 91: 4238-4243.
- Ollier S., Zhao X., Lacasse P. (2013). Effect of prolactin-release inhibition on milk production and mammary gland involution at drying-off in cows. *J. Dairy Sci.* 96:335-343.
- Peña F., Doménech V., Acero R., Perea J., García A. (2009). Efecto de sistemas de crianza (leche de cabra vs. sustitutivo lácteo) y sexo en cabritos de raza florida sobre su crecimiento y características de la canal. *FCV-LUZ.*19: 619 – 629.

- Peters R. R., Toker H. A. (1978). Prolactin and growth hormone response to photoperiod in heifers. *Endocrinology*. 103: 229-234.
- Rathore A. (1971). Effect of age at first kidding on milk production in goats. *Mon. J. Brit. Goat Soc.* 64: 30-32.
- Rooningen K. (1964). Effect of age on milk yield in goats. *Anim. Breed. Abstr.* 33: 436.
- Salama A.A.K., Caja G., Such X., Rovai M., Csals R., Albanell E., Marin M.P., Marti A. (2003). Effects of once versus twice daily milking throughout lactation on milk composition in dairy goats. *J. Dairy Sci.* 86: 1673-1680.
- Salama A.A.K., Caja G., Such X., Peris S., Sorensen A., Knight C.H. (2004). Changes in cisternal udder compartment induced by milking interval in dairy goats milked once or twice daily. *J. Dairy Sci.* 87: 1181–1187.
- San Fiorenzo J.H. (1957). A study of milk production by native barbados and crossbred goats in Puerto Rico. *Bull. Univ. P.R. Agric. Exp. Sta.* 139: 37.
- Sands M., McDowell R. (1978). The potential of the goat for milk production in the tropics. *Cornell International Agriculture Mimeograph.* 22: 60.
- Silanikove N., Leitner G., Merin U., Prosser C.G. (2010). Recent advances in exploiting goats milk: quality, safety and production aspects. *Small Rumin. Res.* 89: 110–124.
- Simmons L.V., Lambert W.V. (1937). Improvement of milk goats. *U.S.D.A. Year Book of Agriculture.* pp: 1294-1304.
- Subires J., Lara L., Ferrando G., Boza J. (1987). Influencia del tipo de parto y la edad en la producción de leche de la cabra de raza Malagueña. *XII Jornadas*

Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Guadalajara. España. pp: 261-269.

Subires J., Lara L., Ferrando G., Boza J. (1988). Factores que condicionan la productividad lechera de la cabra I. Número de lactación y tipo de parto. Arch. Zootec. 37: 145-153.

Travers M T., Barber M. C., Tonner E., Quarrie L., Wilde C. J., Flint D. J. (1996). The rol prolactin and growth hormone in the regulation of casein gene expression and mammary cell survival: relationships to milk synthesis and secretion. Endocrinology. 137: 1530-1539.

Tuker H. A. (1979). Endocrinology of lactation. Seminario de perinatol. 3: 199-204.

Tucker H. A. (2000). Hormones, mammary growth, and lactation: A 41-year perspective. J. Dairy Sci. 83:874–884.

Wilde C.J., Knight C.H. (1990). Milk yield and mammary function in goats during and after once-daily milking. J. Dairy Res. 57: 441-447.

Zahraddeen D., Butswat I.S.R., Mbap S.T. (2009). A note on factors influencing milk yield of local goats under semi-intensive system in Sudan savannah ecological zone of Nigeria. Livest. Res. Rural Dev. 21: 05-10.

Zeng S.S., Escobar E.N. (1995). Effect of parity and milk production on somatic cell count, standard plate count and composition of goat milk. Small Rumin. Res. 17: 269–274.