

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**“LA BAJA CONDICIÓN CORPORAL DISMINUYE EL
COMPORTAMIENTO ESTRAL Y LA TASA OVULATORIA DE
LAS CABRAS”**

POR

JUVENCIO SALVADOR GARCÍA BARRETO

TESIS

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

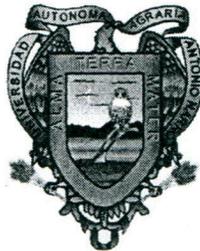
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2005

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**“LA BAJA CONDICIÓN CORPORAL DISMINUYE EL
COMPORTAMIENTO ESTRAL Y LA TASA OVULATORIA DE
LAS CABRAS”**

POR

JUVENCIO SALVADOR GARCÍA BARRETO

TESIS

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

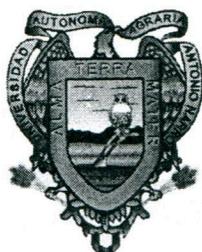
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



“LA BAJA CONDICIÓN CORPORAL DISMINUYE EL
COMPORTAMIENTO ESTRAL Y LA TASA OVULATORIA DE
LAS CABRAS”

TESIS

POR

JUVENCIO SALVADOR GARCÍA BARRETO

ASESOR PRINCIPAL

Una firma manuscrita en tinta negra que parece leer 'J. A. D. S.'.

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“LA BAJA CONDICIÓN CORPORAL DISMINUYE EL
COMPORTAMIENTO ESTRAL Y LA TASA OVULATORIA DE
LAS CABRAS”

TESIS

POR

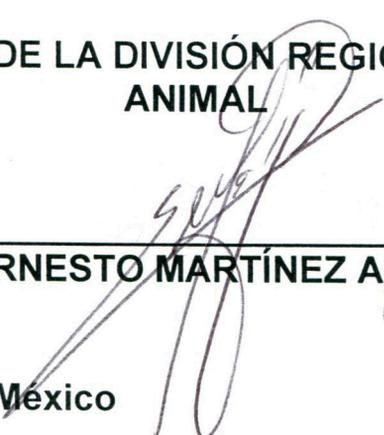
JUVENCIO SALVADOR GARCÍA BARRETO

ASESOR PRINCIPAL



DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA
ANIMAL



M.C. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal
UAAAN - UL

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

PRESIDENTE DEL JURADO



DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL



DR. GERARDO VÉLIZ DERAS

VOCAL



DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL SUPLENTE



DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

DEDICATORIA

A mis padres Juvencio García Vidal y Ma. Del Carmen Barreto Anzures:

Quiero expresarles con el corazón en la mano todo el esfuerzo que han hecho por mí, porque a pesar de que esta meta no parecía posible de ser alcanzada, ahora esta cumplida.

También por sus rezos y plegarias, su preocupación y sus consejos que me han ofrecido en la trayectoria de mi vida. En tus canas mamá se refleja todo ese amor y cariño y todos esos días de dar alma y corazón y en tus manos padre puedo ver todas las huellas que el trabajo te dejó, gracias por la vida que me dieron, gracias por hacer de mí lo que ahora soy y gracias a Dios por darme la dicha de tenerlos a mi lado.

A mi esposa Darvelia y a mi hijo Héctor por haberme tolerado y comprendido mi ausencia con ellos en el tiempo de realización de esta tesis y porque inspiran en mí la motivación de salir adelante y poner más empeño al camino de la vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de vivir, por permitirme llegar hasta donde estoy, porque aún conserva conmigo a mis padres y por concederme el privilegio de ser padre lo cual eleva en mí la emoción de vivir y luchar.

A mis hermanos: Ricardo, Elena, Horacio, Refugio, Esther y Mauricio ya que de alguna u otra manera me apoyaron para llegar a la culminación de uno de mis objetivos de vida, y para mí toda esa ayuda fue muy significativa durante la estancia en mi carrera.

A mi Alma Terra Mater porque brindó un espacio para mí y un gran apoyo para seguir con el camino de mis estudios.

Al Dr. Oscar Frías por su apoyo moral y su afecto hacia la familia así también por todas las personas y amigos que directa o indirectamente me ayudaron.

Al Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez por haberme dado la oportunidad de realizar esta tesis en el Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA), y por contar con el apoyo del grupo de investigación.

A todos los miembros del posgrado por su ayuda en la realización del trabajo de campo y teórico.

Al Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras por su completa disposición y asesoría en la realización de la misma.

A la M.C. María de Santiago por brindarme la posibilidad de trabajar en conjunto para obtener los datos para la presente tesis.

Al COECYT del estado de Coahuila (COAH-2002-CO1-3290) por el financiamiento otorgado para la realización de este proyecto.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
CAPÍTULO 1	2
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO 2	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE LOS CAPRINOS Y OVINOS.....	4
2.2. ACTIVIDAD REPRODUCTIVA EN ZONAS TEMPLADAS.....	4
2.3. ACTIVIDAD REPRODUCTIVA EN ZONAS TROPICALES.....	5
2.4. ACTIVIDAD REPRODUCTIVA EN ZONAS SUBTROPICALES.....	5
2.5 REGULACIÓN NUTRICIONAL DE LA REPRODUCCIÓN EN CABRAS Y OVEJAS.....	8
OBJETIVO.....	10
HIPÓTESIS.....	10
CAPÍTULO 3	11
MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO Y ANIMALES	11
3.2 GRUPOS EXPERIMENTALES	11
3.3. MANEJO Y ALIMENTACIÓN	12
3.4. VARIABLES EVALUADAS	12
3.4.1. <i>Condición corporal</i>	12
3.4.2. <i>Peso corporal</i>	12
3.4.3. <i>Actividad estral</i>	13
3.4.4. <i>Tasa ovulatoria</i>	13
3.5. ANÁLISIS DE DATOS.....	13
CAPÍTULO 4	15
RESULTADOS	15
4.1. CONDICIÓN CORPORAL.....	15
4.2. PESO CORPORAL	16
4.3. ACTIVIDAD ESTRAL	17
4.4. ACTIVIDAD OVÁRICA	18
4.4.1. <i>Actividad ovulatoria</i>	18
4.4.2. <i>Tasa ovulatoria</i>	19
CAPÍTULO 5	20
DISCUSIÓN.....	20
CAPÍTULO 6	23
CONCLUSIÓN.....	23
CAPÍTULO 7	24
LITERATURA CITADA.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Actividad reproductiva de las cabras y ovejas de Australia (29° S) las cuales presentan un ciclo anual reproductivo y una tasa ovulatoria diferentes.....6
- Figura 2.** Variaciones estacionales de la actividad ovulatoria de las cabras Criollas del Norte de México (26° N) mantenidas en estabulación, alimentadas adecuadamente y sometidas a las variaciones naturales del fotoperiodo.....7
- Figura 3.** Evolución de la condición corporal de dos grupos de cabras locales del Norte de México (26° N) con alta y baja condición corporal.....15
- Figura 4.** Evolución del peso corporal de dos grupos de cabras locales del Norte de México (26° N) con alta y baja condición corporal16
- Figura 5.** Porcentaje de hembras que manifestaron estro de dos grupos de cabras locales del Norte de México (26° N) con alta y baja condición corporal17
- Figura 6.** Porcentaje de hembras que ovularon de dos grupos de cabras locales del Norte de México (26° N) con alta y baja condición corporal.....18
- Figura 7.** Evolución de la tasa ovulatoria de dos grupos de cabras locales del Norte de México (26° N) con alta y baja condición corporal.19

RESUMEN

El presente estudio se realizó para determinar el efecto de la condición corporal sobre la actividad estral y ovárica durante la estación sexual de las cabras locales del Norte de México. Se utilizaron dos grupos de hembras ($n = 20$ cada uno). Un grupo con alta condición corporal (2.6 ± 0.1), y otro grupo con baja condición corporal (1.9 ± 0.1). Existió un efecto del grupo en la condición corporal ($P < 0.001$) y efecto de tiempo del experimento ($P < 0.001$) sobre esta variable. El inicio de la actividad estral en el grupo con alta condición corporal ocurrió antes (5 de agosto ± 4.6 días) que en el grupo con baja condición corporal (30 de agosto ± 6.1 días; $P < 0.002$). El final de la actividad estral ocurrió después en el grupo con alta condición corporal (8 de febrero ± 5.3 días) que en el grupo con baja condición corporal (21 de enero del 2005 ± 4.8 días; $P < 0.01$). La duración de la actividad estral en el grupo con alta condición corporal fue de 187 ± 8.8 días y en el grupo con baja condición corporal fue de 144 ± 9.3 días ($P < 0.002$). El inicio de la actividad ovulatoria en el grupo con alta condición corporal sucedió antes (7 de agosto ± 4.5 días) que en el grupo con baja condición corporal (11 de septiembre ± 8.6 días; $P < 0.001$). El final de la actividad ovulatoria ocurrió después en el grupo con alta condición corporal (4 de febrero del 2005 ± 6 días) que en el grupo con baja condición corporal (20 de enero ± 5 días; $P < 0.06$). La duración de la actividad ovulatoria en el grupo con alta condición corporal fue de 182 ± 9.7 días y en el grupo con baja condición corporal fue de 131 ± 10 días ($P < 0.001$). La tasa ovulatoria fue mayor en el grupo con alta condición corporal que en el grupo con baja condición corporal en los meses de septiembre y enero ($P < 0.01$). Además existió una tendencia a ser mayor en el mes de noviembre ($P = 0.07$). Los resultados del presente estudio demuestran que las hembras con una baja condición corporal manifiestan una estación sexual más corta y una tasa ovulatoria menor que las hembras con alta condición corporal.

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Los caprinos es una de las especies domésticas más importantes para el hombre, ya que posee gran adaptabilidad a los diferentes ecosistemas del mundo. En las regiones subtropicales, la mayoría de los caprinos son explotados de manera extensiva, y en consecuencia sometidos a restricciones alimenticias importantes, lo cual se traduce en una condición corporal inferior a la de aquellos explotados de manera intensiva (Henniawati y Fletcher, 1986). En las cabras subalimentadas, el porcentaje de hembras que manifiestan actividad estral y ovulatoria, así como la tasa ovulatoria, son inferiores a lo observado en las hembras bien alimentadas (Diskin *et al.*, 2003; Zarazaga *et al.*, 2005). Una de las regiones del Norte del país con mayor cantidad de caprinos es la Comarca Lagunera, la cual está situada en la parte sureste del estado de Coahuila y al noreste del estado de Durango (26° Latitud Norte y 103° Longitud Oeste) y cuenta con una superficie de más de 64 mil km². El clima es semidesértico, la temperatura anual promedio es de 21° C, con temperaturas extremas de 40° C en el mes de mayo y de 5° C a la sombra en el mes de enero. La precipitación pluvial anual es de 250 mm y una evaporación total de 2,366 mm (SAGAR, 1998). En esta región la población caprina está estimada en más de 400 mil cabezas, de las cuales el 96% se explota en un sistema extensivo, la mayoría son de la raza denominada Criolla y manifiestan una actividad reproductiva estacional (Delgadillo *et al.*, 2003). En las hembras mantenidas en estabulación, el periodo de inactividad sexual, el cual se caracteriza por anestro y anovulación, ocurre de marzo a agosto. Sin embargo, en las hembras mantenidas en condiciones extensivas, la actividad reproductiva, determinada por la secreción de la Hormona Luteinizante (LH) termina un mes antes que en las hembras mantenidas en estabulación. Esto se debe

probablemente a la subalimentación a la que son sometidas las hembras en el sistema extensivo, principalmente durante el invierno y el inicio de la primavera (Duarte, 2000). Como anteriormente se mencionó, el estado nutricional de los animales es importante para el rendimiento reproductivo, ya que una subalimentación está asociada con retraso en el inicio de la pubertad, reducción de la expresión del comportamiento y los índices reproductivos y un prolongado anestro post-parto (Walkden-Brown y Boquier, 2000). La mayoría de las cabras locales del Norte de México son explotadas de manera extensiva y se desconoce si estas hembras que son mal alimentadas y por lo tanto, tienen una condición y peso corporal bajos, tienen un menor desempeño reproductivo (actividad estral y ovulatoria) que las hembras que son sometidas a una buena alimentación y con un peso y condición corporal adecuados. El presente estudio se realizó para determinar si existe un efecto de la condición corporal sobre la actividad estral y ovárica de las cabras locales de la Comarca Lagunera.

Capítulo 2

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Estacionalidad reproductiva de los caprinos y ovinos

Dado que los caprinos y ovinos se encuentran en diferentes zonas ecológicas, estas especies han desarrollado diferentes estrategias reproductivas para lograr una máxima sobrevivencia de las crías. La estacionalidad reproductiva en la oveja y cabra se caracteriza por periodos de actividad e inactividad sexual que resultan de las variaciones endócrinas inducidas por las variaciones del fotoperiodo (Rosa y Briant, 2003).

2.2. Actividad reproductiva en zonas templadas

En cabras y ovejas de zonas templadas (35-45° N), el patrón reproductivo refleja la expresión de un ritmo endógeno el cual es sincronizado por el fotoperiodo. Por eso la actividad sexual se presenta solamente en algunos meses del año. En la hembra, el periodo de actividad sexual se caracteriza por la presentación de ciclos estrales regulares, mientras que el periodo de anestro se caracteriza por la ausencia de dichos ciclos (Ortavant *et al.*, 1985). Por ejemplo, el periodo natural de actividad sexual de las hembras ovinas de las razas Ile-de-France y Sulffok, y de las cabras Alpinas y Saanen, ocurre de septiembre a febrero, mientras que el periodo de anestro se presenta de marzo a agosto (Thimonier y Mauleón 1969; Karsh *et al.*, 1984; Chemineau *et al.*, 1992).

2.3. Actividad reproductiva en zonas tropicales

Las ovejas y cabras cuyos orígenes geográficos están localizados entre el ecuador y los 23° latitud Norte o Sur, tienen una tendencia a reproducirse todo el año o presentan una débil estacionalidad reproductiva (Chemineau, *et al.*, 1993; Rosa y Bryant, 2003). En efecto, en las cabras Criollas de la Isla de Guadalupe más del 90% de las hembras manifiestan estro y ovulación al menos una vez al mes durante 9 meses del año, mientras que en los otros tres meses, la proporción de hembras que ovulan es de alrededor del 80% (Chemineau *et al.*, 1992).

2.4. Actividad reproductiva en zonas subtropicales

En las latitudes subtropicales (23-35° N o S) se ha demostrado que algunas razas originarias o adaptadas muestran variaciones estacionales de su actividad reproductiva (Restall, 1992; Delgadillo *et al.*, 2003) y la nutrición es considerada como el factor principal que controla el ciclo anual de reproducción (Bronson y Heideman, 1994; Delgadillo y Malpaux, 1996). Por ejemplo, en las cabras de la raza Cashmere en Australia (29° S), la época de actividad sexual se presenta de febrero a agosto (otoño-invierno), mientras que el periodo de reposo sexual es de septiembre a enero (primavera-verano). Las ovejas de esta misma latitud, presentan una estacionalidad reproductiva similar a la de las cabras (Restall, 1992). La tasa ovulatoria en las cabras es máxima en el mes de junio con un promedio de 1.8 ovulaciones, el cual es menor al principio y final de la estación de reproducción (Figura 1). Sin embargo, la tasa ovulatoria en las borregas de esta latitud es de 1, la cual se mantiene constante durante toda la estación reproductiva (Figura 1; Restall, 1992).

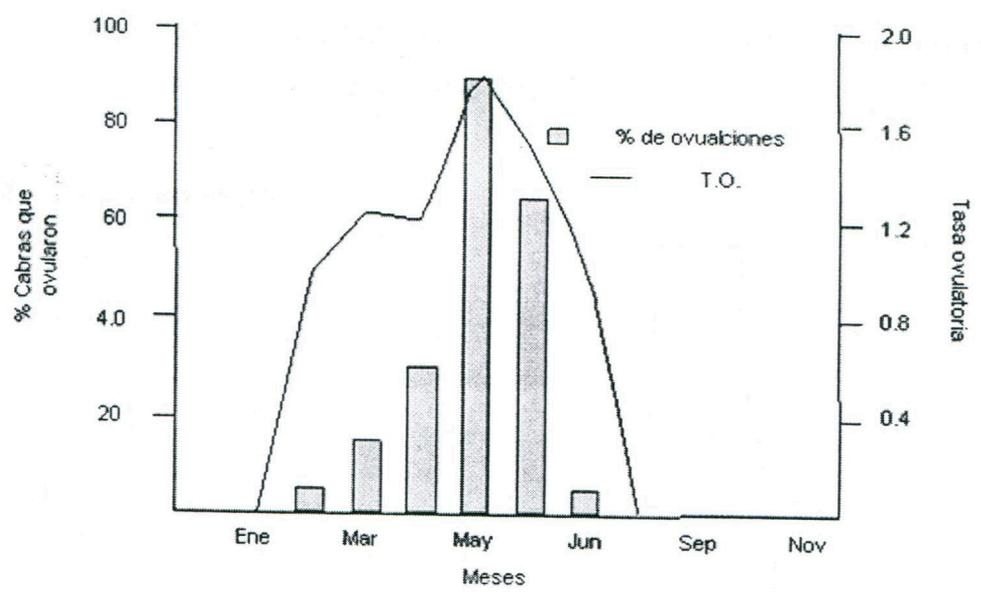
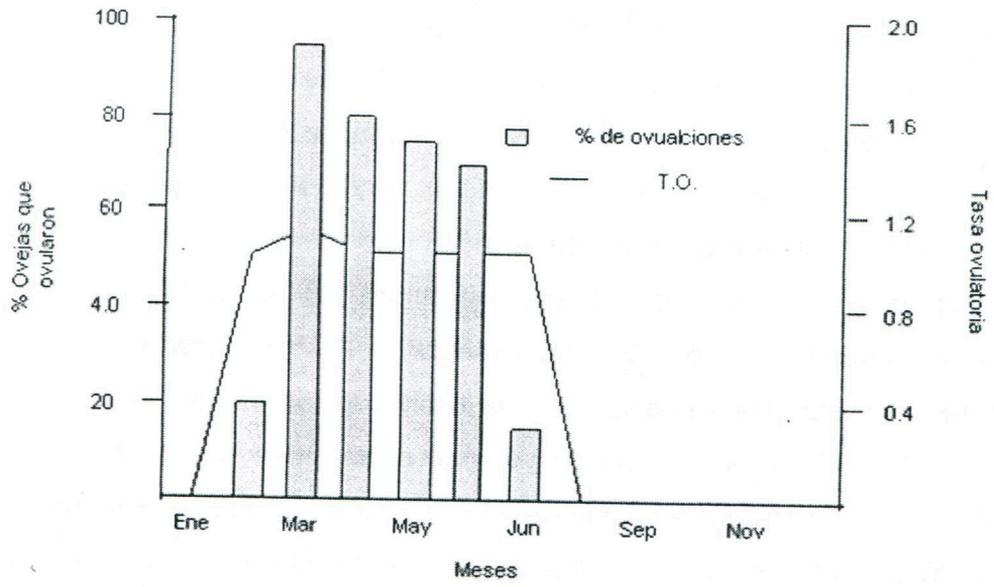


Figura 1. Actividad reproductiva de las cabras y ovejas de Australia (29° S) las cuales presentan un ciclo reproductivo anual y una tasa ovulatoria diferentes (Restall, 1992).

Las cabras Criollas de Argentina (30° S) mantenidas con una alimentación adecuada y constante, también presentan una actividad reproductiva estacional. La época de reproducción se presenta en otoño e invierno (febrero a septiembre), mientras que el periodo de anestro se observa en primavera y verano (octubre a enero) (Rivera *et al.*, 2003). En el subtrópico mexicano se ha reportado que en las cabras Criollas de la Comarca Lagunera (26° N; Delgadillo *et al.*, 2003) mantenidas en estabulación, el periodo de inactividad sexual que se caracteriza por anestro y anovulación, ocurre de marzo a agosto (Figura 2; Duarte, 2000). En esta raza, el factor principal que determina esta estacionalidad es el fotoperiodo, ya que cuando las hembras son sometidas a un tratamiento fotoperiódico de tres meses de días largos alternados con tres meses de días cortos, su actividad reproductiva es estimulada por los días cortos, mientras que ésta es inhibida por los días largos (Duarte, 2000).

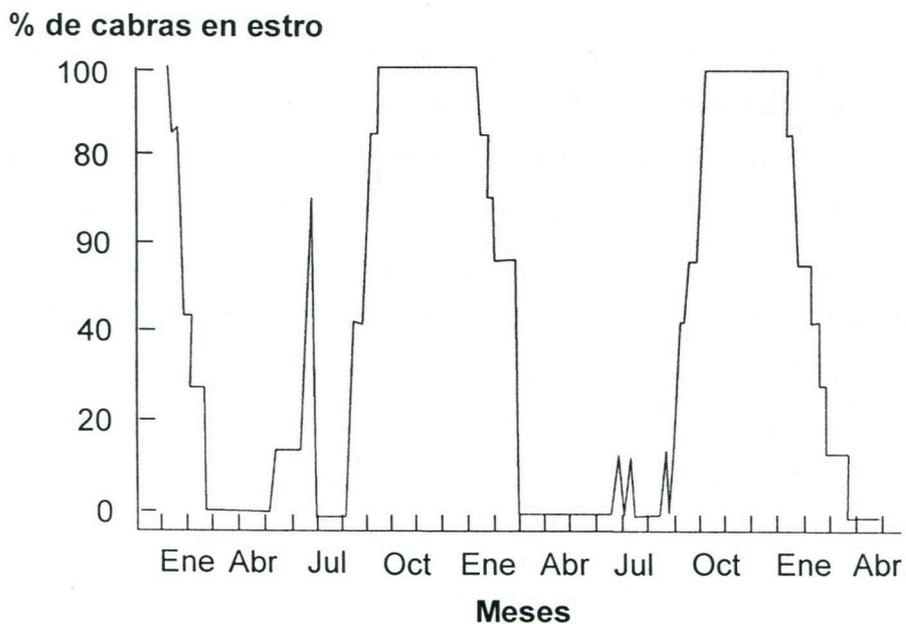


Figura 2. Variaciones estacionales de la actividad ovulatoria de las cabras Criollas del Norte de México (26° N) mantenidas en estabulación, alimentadas adecuadamente y sometidas a las variaciones naturales del fotoperiodo (Duarte, 2000).

2.5 Regulación nutricional de la reproducción en cabras y ovejas

Los estímulos ambientales, así como la disponibilidad de alimento y las interacciones sociales pueden ser potentes reguladores de la actividad reproductiva estacional (Rivera *et al.*, 2003).

El efecto que ejerce la nutrición sobre el desempeño reproductivo de los animales ha sido definido como efecto estático, efecto dinámico y efecto inmediato. El efecto estático se refiere a las reservas de grasas corporales y en consecuencia al peso y condición corporales (Walkden-Brown y Bocquier, 2000) y se le ha relacionado con la diferencia existente en la tasa ovulatoria entre hembras ligeras y pesadas. El efecto dinámico se refiere al balance de nutrientes existente en términos de energía, aminoácidos, entre otras y se traduce en un incremento de la tasa ovulatoria debido al aumento en el peso vivo y la condición corporal en periodos cortos (3 semanas) antes de la monta (Smith y Stewart, 1990). El efecto inmediato se refiere al incremento de la tasa ovulatoria sin cambios en el peso y la condición corporal (Viñoles, 2003). En las cabras de la raza Cashmere Australiana (29° S), la alimentación se considera como un factor muy importante para el desarrollo del ciclo reproductivo anual (Walkden-Brown y Bocquier, 2000). La ocurrencia del estro en borregas en anestro posparto al ser expuestas a machos es de 70% cuando son mantenidas con una nutrición normal, mientras que sólo 12.5% de ovejas sometidas a una dieta restringida presentan actividad estral (Wright *et al.*, 1990). La suplementación de 4-6 días con grano de lupino (*Lupinus Angustifolius*), un suplemento alto en energía y proteína, es suficiente para incrementar el promedio de ovulación en borregas (Gherardi y Lindsay 1982; Oldham y Lindsay 1984; Muñoz-Gutiérrez *et al.*, 2002). Las borregas Rommey Marshall bien alimentadas durante todo el año tienen promedios más altos de tasa ovulatoria y prolificidad que las ovejas sometidas a una baja alimentación (Knight *et al.*, 1983). En el Norte de

México, particularmente en la Comarca Lagunera (26° N), las cabras locales que se explotan intensivamente, presentan un periodo de reproducción de agosto a febrero.

Sin embargo, en las hembras mantenidas en condiciones extensivas, la actividad reproductiva determinada por la secreción de LH, termina un mes antes que en las hembras mantenidas en estabulación. Esto se debe probablemente a la subalimentación a la que son sometidas las hembras en extensivo, principalmente durante el invierno y el inicio de la primavera (Duarte, 2000). Sin embargo, en esta raza se desconoce si las hembras con alta condición corporal tienen un mejor desempeño de su actividad sexual (actividad estral y ovulatoria) y una tasa ovulatoria mayor que las hembras con baja condición corporal.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la condición corporal sobre la actividad sexual de las cabras locales del Norte de México durante la estación sexual natural.

HIPÓTESIS

Las hembras locales del Norte de México con una alta condición corporal tienen una mejor actividad sexual que las hembras con baja condición corporal.

Capítulo 3

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del estudio y animales

En este estudio se utilizaron cabras adultas multíparas de dos a tres años de edad locales llamadas Criollas. Las características reproductivas de estas hembras fueron descritas por Delgadillo *et al.* (2004). El estudio se llevó a cabo de julio de 2004 a febrero de 2005, en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la cual se localiza en el municipio de Torreón, Coahuila, México, que forma parte de la Comarca Lagunera de Coahuila (Latitud de 26° Norte y una Longitud de 104° Oeste). La altitud varía de 1100 a 1400 metros sobre el nivel del mar. El fotoperiodo en la región es de 13:41 h durante el solsticio de verano y de 10:49 durante el solsticio de invierno.

3.2 Grupos experimentales

Se utilizaron cabras locales adultas multíparas de 2-3 años de edad. Un grupo de cabras ($n = 20$) tenía una alta condición corporal (2.7 ± 0.1 ; 1= emaciadas; 4= obesas; Walkden-Brown *et al.*, 1993), y un peso corporal de 43.2 ± 1.7 kg. Este grupo de hembras estuvo bien alimentado y estabulado desde su nacimiento. Otro grupo de hembras ($n = 20$) tenía una baja condición corporal (1.9 ± 0.1) con un peso de 32.9 ± 1.1 kg. Estas hembras estaban en un sistema de explotación extensivo y fueron estabuladas 2 meses antes de iniciar el estudio.

3.3. Manejo y alimentación

Ambos grupos de hembras fueron estabulados en dos corrales de 12 X 6 m cada uno e identificadas con aretes de plástico y desparasitadas antes de iniciar el experimento. Se les proporcionó una dieta que les permitió mantener su condición y peso corporal durante todo el estudio. En el grupo con alta condición corporal la dieta consistió en 850 g de heno de alfalfa (19% de PC) y 650 g de heno de avena (15% de PC) por animal por día, mientras que el grupo con baja condición corporal recibió 600 g de heno de alfalfa y 360 g de heno de avena por animal por día. Todas las hembras tuvieron libre acceso a sales minerales y agua.

3.4. Variables evaluadas

3.4.1. Condición corporal

La condición corporal se determinó cada 14 días mediante la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1993). Esta técnica consiste en estimar la masa muscular de la región lumbar del animal. El valor dado fue en una escala de 1 a 4, en donde: 1) eran animales muy descarnados en los espacios espinosos de las vértebras lumbares; 2) descarnados con poco tejido muscular; 3) con cantidad adecuada de masa muscular y 4) con abundante masa muscular dándole a la región lumbar una forma redondeada.

3.4.2. Peso corporal

El peso corporal se determinó cada 7 días durante todo el estudio. Para ello se utilizó una báscula con una capacidad máxima de 300 kg y

una precisión de 250 g. Este procedimiento se realizaba por la mañana antes de proporcionar el alimento.

3.4.3. Actividad estral

La actividad estral se determinó durante todo el experimento dos veces al día (8:00 y 16:00 h), para lo cual se utilizaron 3 machos provistos de un mandil, para impedir la monta completa de las hembras. Estos machos se intercambiaban en ambos corrales por la mañana y tarde. Las hembras se consideraron en estro si aceptaban la monta del macho (Chemineau *et al.*, 1992) y se sacaban momentáneamente del corral para permitir a los machos buscar a otras hembras en estro. Al final de la detección se regresaban todas las hembras a su respectivo corral.

3.4.4. Tasa ovulatoria

La tasa ovulatoria se registró 12 ± 2 días después del estro mediante la identificación de los cuerpos lúteos por ultrasonografía transrectal (Aloka SSD 500 de 7.5 MHz), la cual proporciona medios para no invadir, repetir imágenes, monitorear y medir cuerpos lúteos sin importar su profundidad en el ovario (De Castro *et al.*, 1999).

3.5. Análisis de datos

La condición corporal y peso corporal se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas a dos factores (tiempo-grupo). Cuando existió una interacción grupo * tiempo, los datos fueron comparados dos a dos con una prueba t de student. El inicio, el final y la duración de la actividad estral se analizaron con un ANOVA a un factor (grupo). Las proporciones de hembras que presentaron estro y actividad ovulatoria se analizaron mediante χ^2 . Los promedios mensuales de la tasa ovulatoria de cada grupo se analizaron con una

prueba no paramétrica Mann-Whitney. El efecto del tiempo sobre la tasa ovulatoria fue comparada mediante la prueba de Friedman.

Todos los datos son expresados en promedio \pm error estándar de la media. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SYSTAT10.

Capítulo 4

RESULTADOS

4.1. Condición corporal

La evolución de la condición corporal se muestra en la Figura 3. El ANOVA reveló un efecto del grupo en la condición corporal ($P < 0.001$). Asimismo demostró un efecto del tiempo del experimento sobre la evolución de esta variable ($P < 0.001$). El promedio durante todo el estudio fue mayor en el grupo con alta condición corporal (2.6 ± 0.1) que en el grupo con baja condición corporal (1.6 ± 0.1 ; $P < 0.001$).

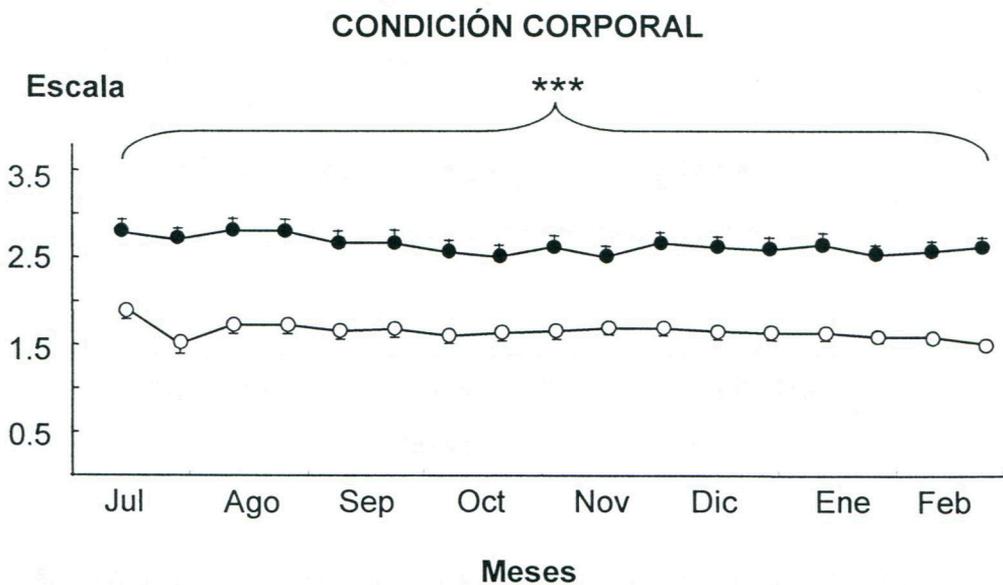


Figura 3. Evolución de la condición corporal de dos grupos de cabras locales del Norte de México (26° N), con alta (—●—) y baja condición corporal (—○—) *** $P < 0.001$.

4.2. Peso corporal

La evolución del peso corporal se muestra en la Figura 4. El ANOVA reveló un efecto del grupo en el peso corporal ($P < 0.001$), así como un efecto del tiempo del experimento ($P < 0.001$) y una interacción tiempo*grupo ($P < 0.001$). En la comparación dos a dos, el grupo con alta condición corporal fue siempre diferente que el grupo con baja condición corporal ($P < 0.001$). El peso corporal promedio en el estudio fue mayor en el grupo con alta condición corporal (43.0 ± 1.6 kg) que en el grupo con baja condición corporal (33.9 ± 1.0 kg; $P < 0.001$).

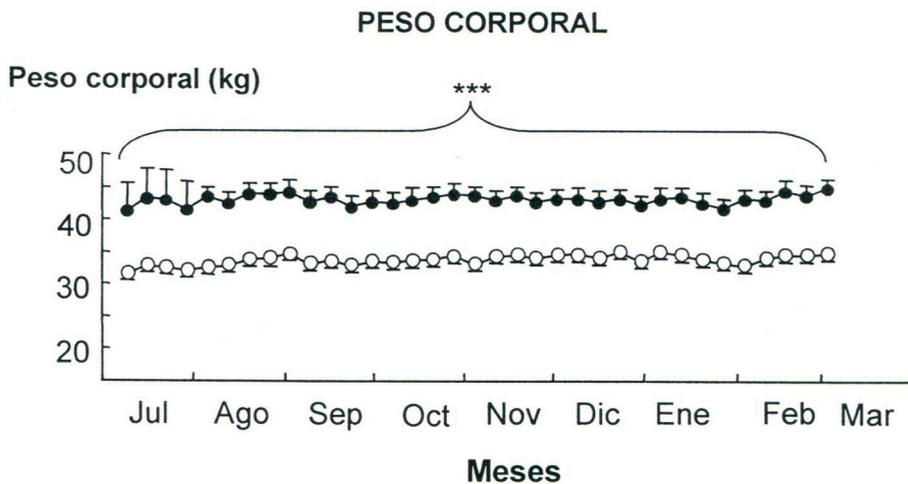


Figura 4. Evolución del peso corporal de dos grupos de cabras locales del Norte de México (26° N), con alta (—●—) y baja condición corporal (—○—) *** $P < 0.001$.

4.3. Actividad estral

La evolución de la actividad estral de las hembras de baja y alta condición corporal se muestra en la Figura 5. El inicio de la actividad estral en el grupo con alta condición corporal ocurrió antes (5 de agosto \pm 4.6 días) que en el grupo con baja condición corporal (30 de agosto \pm 6.1 días; $P < 0.002$). El final de la actividad estral ocurrió después en el grupo con alta condición corporal (8 de febrero \pm 5.3 días) que en el grupo con baja condición corporal (21 de enero \pm 4.8 días; $P < 0.01$). La duración de la actividad estral en el grupo con alta condición corporal fue de 187 ± 8.8 días y en el grupo con baja condición corporal fue de 144 ± 9.3 días ($P < 0.002$).

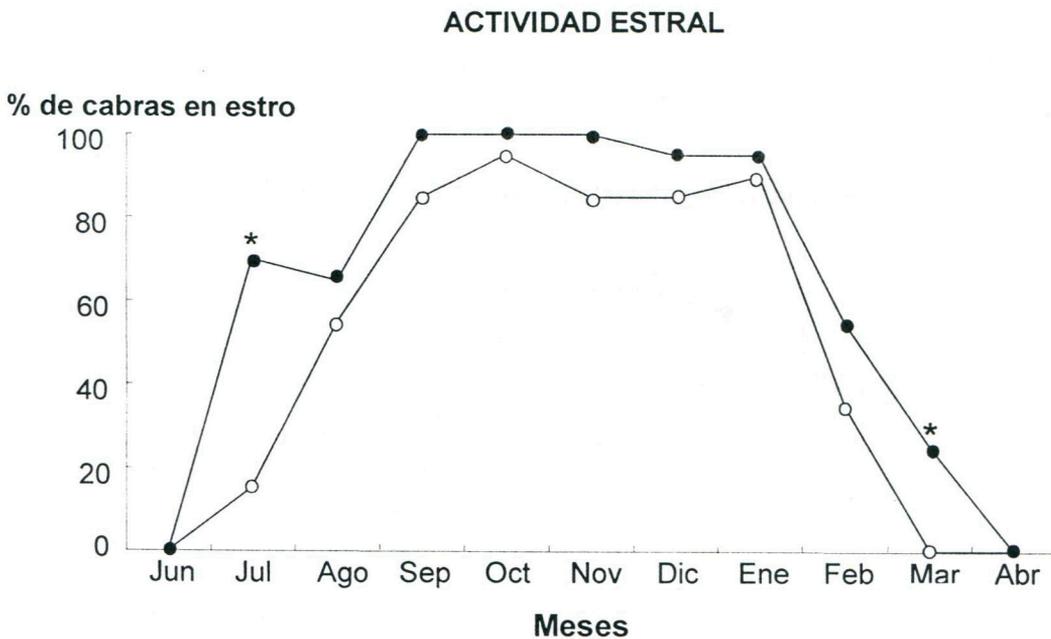


Figura 5. Porcentaje de hembras que manifestaron al menos un estro por mes de dos grupos de cabras locales del Norte de México (26° N), con alta (—●—) y baja condición corporal (—○—) * $P < 0.05$.

4.4. Actividad ovárica

4.4.1. Actividad ovulatoria

La evolución de la actividad ovulatoria de las hembras de baja y alta condición corporal se muestra en la figura 6. El inicio de la actividad ovulatoria en el grupo con alta condición corporal sucedió antes (7 de agosto \pm 4.5 días) que en el con baja condición corporal (11 de septiembre \pm 8.6 días; $P < 0.001$). El final de la actividad ovulatoria ocurrió después en el grupo con alta condición corporal (4 de febrero \pm 6 días) que en el grupo con baja condición corporal (20 de enero \pm 5 días; $P < 0.06$). La duración de la actividad ovulatoria en el grupo con alta condición corporal fue de 182 ± 9.7 días y en el grupo con baja condición corporal fue de 131 ± 10 días ($P < 0.001$).

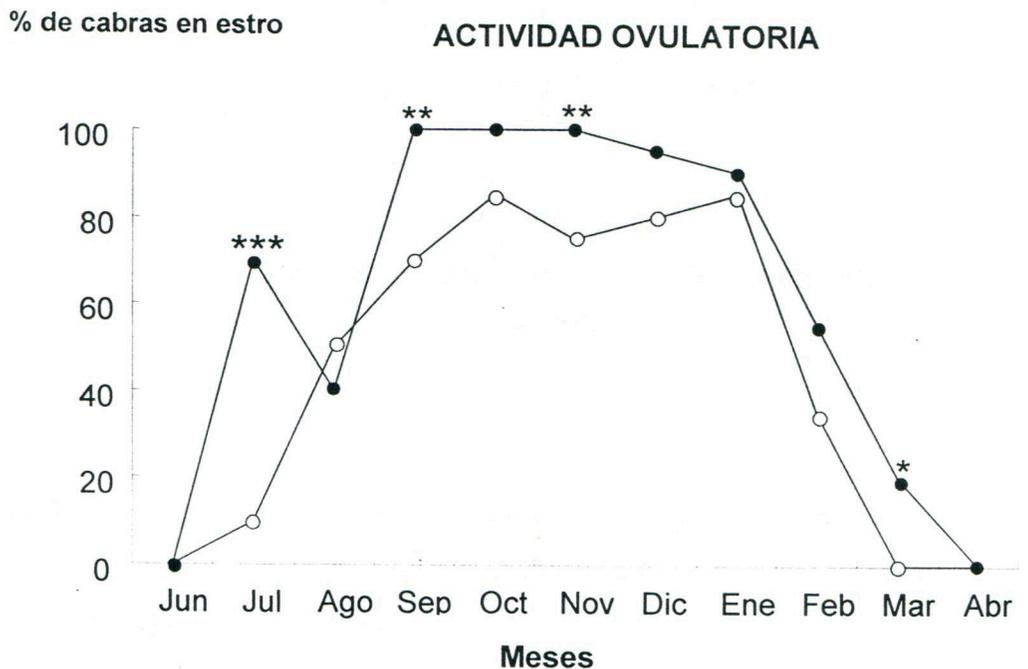


Figura 6. Porcentaje de hembras que ovularon al menos una vez por mes en dos grupos de cabras locales del Norte de México (26° N), con alta y baja condición corporal. * $P < 0.05$; ** $P < 0.02$; *** $P < 0.001$

4.4.2. Tasa ovulatoria

La tasa ovulatoria fue mayor en el grupo con alta condición corporal que en el grupo con baja condición corporal en los meses de septiembre y enero ($P < 0.01$). Asimismo, la tasa ovulatoria tendió a ser mayor en noviembre ($P = 0.07$; Figura 7). La tasa ovulatoria promedio durante toda la estación sexual fue mayor en el grupo con alta condición corporal (1.9 ± 0.1) que en el con baja condición corporal (1.6 ± 0.1 ; $P < 0.001$)

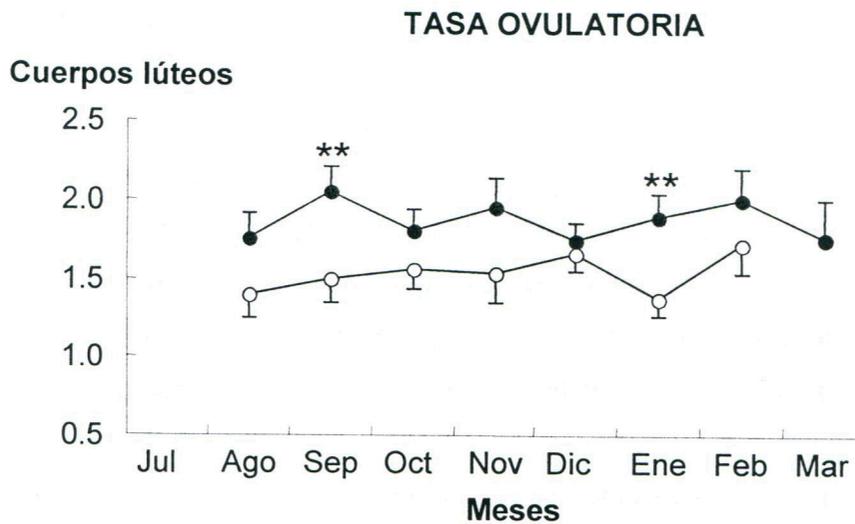


Figura 7. Evolución de la tasa ovulatoria de dos grupos de cabras locales del Norte de México (26° N), con alta (—●—) y baja condición corporal (—○—) ** $P < 0.01$.

Capítulo 5

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que la condición corporal influye la actividad sexual de las cabras locales de la Comarca Lagunera. En efecto, la duración de la estación sexual así como la tasa ovulatoria fueron superiores en las hembras con alta condición corporal. En las cabras de raza Payoya, la estación estral es más prolongada en las cabras bien alimentadas que en las subalimentadas (Zarazaga *et al.*, 2005). En las cabras de la Comarca Lagunera mantenidas en condiciones extensivas y sometidas a drásticas variaciones de la disponibilidad alimenticia, el inicio de la estación sexual determinada por la secreción de la hormona luteinizante (LH), no fue diferente entre las hembras mantenidas en extensivo que en las mantenidas en intensivo y alimentadas a libre acceso. En cambio, el final de la estación estral ocurrió antes en las subalimentadas que en las bien alimentadas (Duarte, 2000). Esta diferencia puede deberse a que el final coincide con la sequía, y por tanto, con una disminución de la calidad y disponibilidad alimenticia. En efecto, la subalimentación disminuye la secreción de GnRH, LH, y en consecuencia el estradiol, hormona responsable del estro (Delgadillo y Chemineau, 1992). Esto provoca una estación estral más corta en las hembras subalimentadas (Delgadillo *et al.*, 2003). En el presente estudio no se determinaron las hormonas involucradas en el funcionamiento del eje hipotálamo, hipófisis y gónadas, pero es probable que la diferencia en la duración de la estación estral se deba a una disminución en la secreción de las hormonas gonadotrópicas a través de un incremento de la retroalimentación negativa del estradiol sobre las gonadotropinas en las cabras subalimentadas (Viñoles *et al.*, 2005).

En el presente estudio la proporción de hembras que ovularon al inicio del experimento fue significativamente mayor, sin embargo durante el mes de agosto ésta aparentemente disminuyó debido a la presentación de una gran proporción de ciclos cortos en los que no se observó dicha actividad sino hasta la presentación de un ciclo normal, en donde alcanzó el cien por ciento.

La tasa ovulatoria de las hembras con alta condición corporal fue superior a la de las con baja condición corporal. Esta diferencia coincide con la reportada previamente en ovinos y caprinos por otros autores. Por ejemplo, en ovejas de raza Aragonesa la tasa ovulatoria fue de 1.7 en 2 años consecutivos en las hembras bien alimentadas y de 1.3 en las subalimentadas (Forcada *et al.*, 1992). En cabras de la raza Mashona la concepción y fecundidad fueron significativamente más bajas en las hembras tratadas con menor nivel de energía que en las cabras tratadas con altos niveles energéticos (Kusina *et al.*, 2001). Por otra parte, las cabras de Indonesia con una buena alimentación tuvieron una mayor tasa ovulatoria (2.67) que las cabras subalimentadas cuya tasa fue de 1.7 (Henniawati y Fletcher, 1986).

Las diferencias entre hembras bien alimentadas y subalimentadas pueden deberse a un incremento en la retroacción negativa del estradiol sobre las gonadotropinas en las hembras subalimentadas, o a una disminución de la actividad de las hormonas que actúan a nivel ovárico como la leptina, la glucosa, la insulina o la IGF-I y que se modifican con el nivel alimenticio al que son sometidas las hembras (Viñoles *et al.*, 2005).

La disminución de la tasa ovulatoria encontrada en el presente estudio en las hembras subalimentadas, pudiera explicar las diferencias de prolificidad que existen entre las hembras bien alimentadas (2.0 crías/hembra; Flores *et al.*, 2000) y las subalimentadas mantenidas en condiciones extensivas (1.3 crías/hembra; Sáenz Escárcega *et al.*, 1991). Un incremento de la mortalidad embrionaria pudiera ser otra posibilidad que origine esta diferencia en la prolificidad (Sosa *et al.*, 2004).

Para mejorar la actividad sexual de las cabras subalimentadas, sería interesante desarrollar estrategias de suplementación alimenticia acordes al sistema de explotación extensivo existente ampliamente en nuestro país.

Capítulo 6

CONCLUSIÓN

Las hembras locales del Norte de México con baja condición corporal manifiestan una estación sexual más corta y una tasa ovulatoria menor que las hembras con alta condición corporal.

Capítulo 7

LITERATURA CITADA

- Bronson FH, Heideman PD. Seasonal regulation of reproduction in mammals. In: Knobil E, Neill J.D, editors. *The Physiology of Reproduction*. 2nd edition. Raven Press:New York, 1994:541-583.
- Chemineau P, Daveau A, Maurice F, Delgadillo JA. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rum Res* 1992;8:299-312.
- Chemineau P, Daveau A, Locatelli A, Maurice F. Ram-induced short luteal phases: effects of hysterectomy and cellular composition of the corpus luteum. *Reprod Nutr Dev* 1993;33:253-261.
- De Castro T, Rubianes E, Menchaca A, Rivero A. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterona concentrancions during the interovulatory interval in goats. *Theriogenology* 1999;52:399-411.
- Delgadillo JA, Fitz-Rodríguez G, Duarte G, Véliz FG, Carrillo E, Flores JA, Vielma J, Hernández H, Malpaux B. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod Fert Develop* 2000;416:471-478.
- Delgadillo JA, Canedo GA, Chemineau P, Guillaume D, Malpaux B. Evidence an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern México. *Theriogenology* 1999;52:727-737.
- Delgadillo JA, Malpaux B. Reproduction of goats in the tropics and subtropics. 7th International Conference on Goats, 1996; Beijing, China: 1996;785-793.
- Delgadillo-Sánchez JA, Flores-Cabrera JA, Véliz-Deras FG, Duarte-Moreno G, Vielma-Sifuentes J, Poindron-Massot P, Malpaux B. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano

- utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet Méx* 2003;1:69-79.
- Delgadillo JA, Fitz G, Duarte G, Véliz FG, Carrillo E, Flores JA, Vielma J, Hernández H, Malpaux B. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod Fert Develop* 2004;16:471-478.
- Diskin MG, Mackey DR, Roche JF, Sreenan JM. Effect of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim Reprod Sci* 2003;78:345-370.
- Duarte G. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas Criollas de la Comarca Lagunera (Tesis doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México. México, 2000, 77 pag.
- Flores JA, Véliz FG, Pérez-Villanueva JA, Martínez de la Escalera G, Chemineau P, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol Reprod* 2000;62:1409-1414.
- Forcada F, Abecia JA, Sierra I. Seasonal changes in oestrus activity and ovulation rate in Rasa Aragonesa ewes maintained at two different body condition levels. *Small Rumin Res* 1992;8:313-324.
- Gherardi PB, Lindsay DR. Response of ewes to lupin supplementation at different times of the breeding season. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 1982;22:264-267.
- Henniawatti, Fletcher IC. Reproduction in Indonesian sheep and goats at two levels of nutrition. *Anim Reprod Sci* 1986;12:77-84.
- Karsch FJ, Bittman EL, Foster DL, Goodman RL, Legan SJ, Robinson JE. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Prog Horm Res* 1984;40:185-232.
- Knight TW, Hall DRH, Wilson LD. Effects of teasing and nutrition on the duration of the breeding season in Romney ewes. *Soc Anim Prod*

1983;43:17-19.

- Kusina NT, Chinuwo T, Hamudikuwanda H, Ndlovu LR, Muzanenhamo. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency of estrus synchronization and fertility in Mashona goat does. *Small Rumin Res* 2001;39:283-288.
- Muñoz-Gutiérrez M, Blache D, Martin GB, Scaramuzzi RJ. Folliculogenesis and ovarian expression of mRNA encoding aromatase in anestrus sheep after 5 days of glucose or glucosamine infusion or supplementary lupin feeding. *Reproduction* 2002;124:721-731.
- Oldham CM, Lindsay DR. The minimum period of intake of lupin grain required by ewes to increase their ovulation rate when grazing dry summer pasture. Australian Academy of Science Wool Corporation 1984 ;274-276.
- Ortavant R, Pelletier J, Ravault JP, Thimonier J, Volland-Nail P. Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm mammals. In: *Oxford Reviews of Reproductive biology* 1985;7:305-345.
- Restall BJ. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim Reprod Sci* 1992;27:305-318.
- Rivera GM, Alanis GA, Chaves MA, Ferrero SB, Morello HH. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin Res* 2003;48:109-117.
- Rosa HJD, Bryant MJ. Seasonality of reproduction in sheep. *Small Rumin Res* 2003;48:155-177.
- Sáenz-Escárcega P, Hoyos LG, Salinas H, Martínez M, Espinoza JJ, Guerrero A, Contreras E. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. En: *Evaluación de los módulos caprinos de la Comarca Lagunera*. 1991;24-34
- SAGAR, 1998. El siglo de Torreón, 1 de enero, Coahuila, México.
- Smith RD, Stewart RD. Effects of nutrition on the ovulation rate for ewes. 1990;85-101

- Sosa C, Lozano JM, Viñoles C, Acuña S, Abecia JA Forcada F, Forsberg M, Meikle A. Effect of plane nutrition on endometrial sex steroid receptor expression in ewes. *Anim Reprod Sci* 2004;84:337-348.
- Stewart R, Oldham CM. Feeding lupins to ewes for four days during the luteal phase can increase ovulation rate. *Proceeding of the Australian Society of Animal Production* 1986;16:367-370.
- Thimonier J, Mauléon P. Variations saisonnières du comportement d'oestrus et des activités ovarienne et hypophysaire chez les ovins. (Seasonal variation of oestrus behaviour and ovarian and pituitary activity in sheep). *Biol Anim Biochim Biophys* 1969;9:233-250.
- Viñoles C. Effect of nutrition on follicle development and ovulation rate in the ewe. (Doctoral Thesis). Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, 2003, 56 pag.
- Viñoles C, Forsberg M, Martin GB, Cajarville C, Repetto J, Meikle A. Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition affects follicle development due to an increase in glucose and metabolic hormones. *Reproduction* 2005;129:299-309.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati. The male effect in the Australian Cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of estrous females. *Anim Reprod Sci* 1993;32:69-84.
- Walkden-Brown SW, Martin GB. Seasonal breeding in sheep and goats: making sense of the diversity of reproductive strategies. *Proc Austr Soc Reprod Biol* 1997;28:4
- Walkden-Brown SW, Bocquier F. Nutritional regulation of reproduction in goats. 7th International Conference on Goats, 2000 15-21 May; France, 2000;389-395.
- Wright PJ, Geytenbeek PE, Clarke IJ. The influence of nutrient status of post-partum ewes on ovarian cyclicity and on the oestrous and ovulatory responses to ram introduction. *Anim. Reprod. Sci.* 1990;23: 293-303.

Zarazaga LA, Guzmán JL, Domínguez C, Pérez MC, Prieto R. Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payoya goats. *Anim Reprod Sci* 2005; 87:253-67.