

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**EN LAS CABRAS LECHERAS QUE PAREN EN OTOÑO EL
AMAMANTAMIENTO RESTRINGIDO COMBINADO CON LA
ORDEÑA PROLONGA LA DURACIÓN DEL PERIODO
ANOVULATORIO POSTPARTO**

POR:

ROCIO CONCEPCION MARTINEZ GARCIA

TESIS:

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**EN LAS CABRAS LECHERAS QUE PAREN EN OTOÑO EL
AMAMANTAMIENTO RESTRINGIDO COMBINADO CON LA
ORDEÑA PROLONGA LA DURACIÓN DEL PERIODO
ANOVULATORIO POSTPARTO**

POR:

ROCIO CONCEPCION MARTINEZ GARCIA

ASESOR PRINCIPAL


DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE 2010

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**EN LAS CABRAS LECHERAS QUE PAREN EN OTOÑO EL
AMAMANTAMIENTO RESTRINGIDO COMBINADO CON LA
ORDEÑA PROLONGA LA DURACIÓN DEL PERIODO
ANOVULATORIO POSTPARTO**

POR:

ROCIO CONCEPCION MARTINEZ GARCIA

ASESOR PRINCIPAL


DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL
DE CIENCIA ANIMAL**


M.V.Z. RODRIGO SIMON ISIDRO ALONSO



**Coordinación de la División
de Ciencia Animal**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



PRESIDENTE DE JURADO


DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL


DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

VOCAL


DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL SUPLENTE


DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


M.V.Z. RODRIGO SIMON ISIDRO ALONSO

Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE 2010

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**EN LAS CABRAS LECHERAS QUE PAREN EN OTOÑO EL
AMAMANTAMIENTO RESTRINGIDO COMBINADO CON LA
ORDEÑA PROLONGA LA DURACIÓN DEL PERIODO
ANOVULATORIO POSTPARTO**

POR:

ROCIO CONCEPCION MARTINEZ GARCIA

Elaborado bajo la supervisión del comité particular de asesoría

ASESOR PRINCIPAL:

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

ASESORES:

DR. JOSÉ ALBERTO DELGADILLO SÁNCHEZ

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

MC. SANTIAGO RAMÍREZ VERA

Dedicatoría

Esta tesis va dedicada con todo mi amor a las personas más importantes de mi vida:

AMIS PADRES Y A MIS HERMANOS

***Papí:** quiero compartir contigo este logro, gracias por ser mi papá, por ser un gran ejemplo, por tu confianza depositada, y por apoyarme siempre*

***Mamá:** gracias por ser más que mi madre, eres amiga, confidente y muchas veces mi cómplice, no esta de más decir que te quiero mucho, todos los buenos momentos siempre son dedicados a ti*

CARLOS Y JOSUE

Que les puedo decir, que los quiero demasiado, que agradezco cada instante de mi vida haber compartido durante todo este tiempo con dos amigos maravillosos como lo son ustedes, mis hermanos mayores y por que han sabido ser un gran ejemplo a seguir, por todas las alegrías, triunfos y tristezas compartidas. Gracias por ser como son.

***Mayra:** gracias, por convertirme en tía*

***Cintya:** se que eres muy pequeñita, y deseo que algún día llegues a leer estas líneas, aun no tengo la dicha de conocerte, pero ya te quiero demasiado y se que tu y yo, seremos buenas amigas.*

***Tony:** que te puedo decir enano, tu ya sabes que te quiero mucho y que te agradezco todos los momentos agradables que hemos compartido tu siempre serás mi hermanito pequeño*

Mis abuelitos:

MANUEL Y GLORIA

JOSE Y MARIA

Me siento muy afortunada por tenerlos aun conmigo, gracias por todos sus consejos y sus bendiciones.

Dedicada a todos mis tíos y tías, primos y amigos.

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras están en mis recuerdos y en el corazón. sin importar en dónde estén o si alguna vez llegan a leer esta dedicatoria quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Agradecimientos

A dios nuestro señor, por haberme permitido llegar hasta este momento tan especial de mi vida.

A mi Alma Terra Mater UAAAN-UL por ser mi hogar durante cinco años.

A mi asesor de tesis:

Dr. Horacio Hernández Hernández, por su valiosa ayuda en la realización de la presente tesis.

A los doctores:

Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

Dr. José Alfredo Flores Cabrera

Dr. Jesús Vielma Sifuentes

Por sus comentarios y correcciones para la finalización de la presente tesis.

Al M.C. Santiago Ramírez Vera, por su amistad y apoyo en la realización de la tesis.

Al MVZ Mario Alberto Boone, por la facilitación de las cabras utilizadas en el presente trabajo. Así mismo a los alumnos que colaboraron durante el experimento.

A todos mis profesores, que fueron parte de mi formación profesional.

A mis compañeros y amigos, que compartieron todo este tiempo conmigo, momentos agradables. En especial a Gabriela López Morales, Francisco Gonzales Gómez, Elvia Martínez López Isabel López Martínez.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Definición del período de anovulación posparto (AVPP)	5
2.2. Factores que modifican la duración del período de AVPP	5
2.2.1. Estado metabólico, nutrición y hormonas	5
2.2.2. Época del parto y fotoperíodo	7
2.2.3. Amamantamiento, destete de las crías y fisiología postparto	9
MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1. Localización del estudio	12
3.2. Animales y manejo zootécnico	12
3.3. Diseño experimental	13
3.4. Variables evaluadas	14
3.4.1. Condición y peso corporal	14
3.4.2. Actividad ovulatoria postparto y duración del período de AVPP	15
3.4.3. Producción de leche	15
3.5. Análisis Estadísticos	16
RESULTADOS	17
4.1. Condición y peso corporal	17
4.2. Actividad ovárica postparto	19
4.3. Producción de leche	20
DISCUSIÓN	21
CONCLUSIÓN	24
LITERATURA CITADA	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del peso y condición corporal (promedio \pm EEM), durante los primeros 80 días postparto en cabras cuyas crías fueron destetadas a la primera semana postparto y posteriormente sometidas a 2 ordeñas/día (GD;● ; n=14)) y en las cabras que fueron sometidas a un manejo mixto amamantamiento/ordeña (GMM;o; n=15)..... 16

Figura 2. Porcentaje acumulativo de cabras que ovularon a los 63 días postparto, en cabras cuyas crías fueron destetadas a la primera semana postparto y posteriormente sometidas a 2 ordeñas/día (GD;●; n=14) y en las cabras que fueron sometidas a un manejo mixto amamantamiento/ordeña (GMM;o; n=15)..... 17

Figura 3. Evolución promedio (\pm EEM) de la producción láctea de las cabras cuyas crías fueron destetadas a la primera semana postparto y posteriormente sometidas a 2 ordeñas/día (GD;■; n=14) y en las cabras que fueron sometidas a un manejo mixto amamantamiento/ordeña (GMM; □; n=15)..... 18

RESUMEN

La presente tesis se realizó con el objetivo de determinar si en las cabras lecheras que paren en otoño la aplicación del amamantamiento restringido y de la ordeña modifican la duración del periodo de anovulación postparto (AVPP) comparado con las cabras que solo reciben 2 ordeñas. Se utilizó un grupo de cabras (grupo manejo mixto, GMM; n=15), que fue sometido a un sistema de manejo mixto amamantamiento/ordeña a partir de la primera semana postparto. Además, se utilizó un segundo grupo de cabras (grupo destetado, GD; n=14), en el cual los cabritos fueron destetados de sus madres a los 7 días de nacidos y las madres únicamente fueron ordeñadas mecánicamente dos veces al día. El porcentaje de animales que ovularon en cada grupo se determinó cada semana a partir del día 21 postparto mediante ultrasonografía transrectal. La producción de leche se midió al día 7 de lactancia y después cada semana. La fecha promedio de inicio de la ovulación postparto en las cabras del GD fue el 27 de noviembre \pm 2 días, mientras que en las cabras del GMM fue el 17 de diciembre \pm 2 días ($P < 0.001$). Por ello, la duración del período de AVPP fue menor ($P < 0.001$) en las cabras del GD (37 ± 2 días) que en las cabras del GMM (57 ± 2.0 días). La proporción acumulada de cabras que ovularon fue mayor en el GD que en el GMM a partir de los 35 días postparto ($P < 0.001$). Las cabras del GMM produjeron mayor cantidad de leche que las cabras del GD en algunos períodos de lactancia

($P \leq 0.05$). Se concluye que en las cabras lecheras que paren en el otoño la aplicación del amamantamiento restringido combinado con la ordeña prolonga la duración del período AVPP. Además este manejo incrementa la producción de leche de las cabras.

Palabras clave: Periodo Anovulación Postparto (AVPP), fotoperíodo, condición corporal, peso corporal, Grupo Manejo Mixto, Grupo destetado.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

México ocupa el primer lugar dentro de la caprinocultura en América Latina, seguido de Brasil que por varios años fue el líder en este rubro (Merlos-Brito *et al.*, 2008). Asimismo, se reportó que en el 2004 los caprinos en México produjeron 155 millones de litros de leche y 47 mil toneladas de carne (SAGARPA, 2005). En la Región Lagunera situada en el norte de México, se cuenta con una población de caprinos de 649,194 cabezas. En esta región se alcanza una producción láctea de 53,110 millones de litros y 4,330 toneladas de carne (INEGI, 2005). Por tal motivo, la explotación de esta especie constituye una de las fuentes económica y alimenticia (leche y cabrito), para las personas que se dedican a dicha actividad (Hoyos *et al.*, 1991).

El ganado caprino de la Comarca Lagunera (machos y hembras) presenta una marcada estacionalidad reproductiva. Esto es, las cabras que no están en contacto permanente con machos muestran una actividad sexual que inicia en septiembre y finaliza en febrero, por lo tanto el período de anestro o inactividad sexual ocurre de marzo a agosto (Duarte *et al.*, 2008). En los caprinos subtropicales, al igual que los caprinos de zonas templadas se ha demostrado que

el fotoperíodo es el factor medioambiental responsable de la modulación de la actividad reproductiva anual.

En los caprinos de la Comarca Lagunera, la estacionalidad reproductiva ocasiona que la duración del anestro postparto en los animales que amamantan a sus crías sean más prolongado (200 días) cuando los animales paren fuera de la estación sexual, que cuando paren cerca de la estación natural de reproducción (100 días) o durante ella (50 días; Delgadillo *et al.*,1998).

La mayoría de los animales son alimentados bajo un sistema de pastoreo que consiste en trasladarlos de un lugar a otro según la disponibilidad de alimento, la cual depende de la estación del año y de las precipitaciones pluviales. En efecto, en esta región, el 96% de las explotaciones caprinas practican el pastoreo sedentario (Salinas *et al.*,1993). Sin embargo, unos pocos productores mantienen a sus cabras bajo un sistema de explotación intensiva. En este esquema de explotación, con la finalidad de que las cría(s) alcance(n) un peso adecuado al destete¹ y aprovechar una parte de la producción de leche de la madre en los primeros días postparto, algunos productores imponen el amamantamiento restringido de las crías. La cual consiste en separar a las crías de sus madres. Hasta hoy no se conoce en estos hatos si la presencia restringida de la cría pueda modificar la duración del período AVPP de las madres.

¹ En la presente tesis el término destete se refiere a la separación final entre las crías y sus madres.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Definición del período de anovulación posparto (AVPP)

El período de AVPP se puede definir como el período después del parto durante el cual las hembras no muestran señales conductuales de estro y no ovulan (Montiel *et al.*,2005). La duración de este periodo es variable según la especie y puede ser influenciado por diversos factores sociales y medio-ambientales.

Los principales factores que afectan la duración del período de AVPP son el estado nutricional (reflejado en la condición corporal; CC) y el amamantamiento de las crías. En bovinos otros factores como la raza, edad, número de partos, producción de leche, temporada de parto, presencia del toro, involución uterina, distocias y estado de salud general modulan los efectos provocados por el estado nutricional y el amamantamiento (Wettemann *et al.*,2003).

2.2. Factores que modifican la duración del período de AVPP

2.2.1. Estado metabólico, nutrición y hormonas

Un inadecuado consumo de nutrientes en relación con las demandas metabólicas es un factor que contribuye a prolongar el período de inactividad sexual postparto; además, ello parece actuar por vía de mecanismos hormonales (Jolly *et al.*,1995). La transición de un balance energético negativo a uno positivo durante la lactancia está asociada al incremento en la frecuencia de pulsos de la hormona luteinizante (LH) (Canfield *et al.*,1991), lo cual sugiere que la secreción pulsátil de LH puede ser inhibida hasta en tanto no se mejore el estado metabólico del animal. De hecho en vacas lecheras se ha relacionado el intervalo entre partos y la primera ovulación con el estado metabólico (Zurek *et al.*,1995). Así, se ha encontrado una relación inversamente proporcional entre balance energético y la reanudación del período AVPP. Por ejemplo, Canfield y Butler (1991) encontraron en vacas, que la primera ovulación ocurrió aproximadamente a los 14 días después del máximo balance energético negativo.

En esta especie, la condición y el peso corporal postparto tiene un efecto directo sobre reproducción postparto (Rakestraw *et al.*,1986; Holness y Hopley, 1982; Richards *et al.*,1986). En efecto, las vacas lecheras que parieron con una buena condición corporal (CC) presentaron conducta de estro más pronto que aquellas con baja condición corporal, independiente de las variaciones de peso verificada en ese periodo (Fulkerson *et al.*,1984). Además, las vacas que parieron con condición corporal inferior presentaron mayores intervalos parto-primer estro, parto-concepción (Short *et al.*,1990). Richards *et al.* (1986) determinaron en vacas productoras de carne que por cada unidad de incremento en la condición corporal de las hembras al parto, el anestro postparto se redujo en 86 días.

En ovejas, también un estado nutricional restringido antes del parto retarda el reinicio de la actividad sexual postparto (Hunter y Van Aarde, 1973). Asimismo, en cabras de origen tropical se ha señalado que la disponibilidad de alimento es el principal factor medioambiental que determina la duración de este período (Gonzalez-Stagnaro, 1984). En las cabras criollas de la Comarca Lagunera que paren en el mes de mayo, Flores (1996), encontró una correlación negativa entre el peso corporal al momento del parto y la duración del anestro postparto. Estudios previos (De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008) han demostrado que cuando las cabras explotadas extensivamente se les proporcionó un complemento alimenticio y que fueron sometidas al efecto macho, la incidencia de estros es mayor en los primeros 5 días de exposición (92%) que en las cabras que no fueron complementadas (60%).

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

2.2.2. Época del parto y fotoperíodo

En pequeños rumiantes estacionales, el retorno de la actividad sexual después del parto ocurre solamente durante el período natural de reproducción. Por ello, la época del año en que ocurren los partos puede modificar la duración del período de AVPP. Así, en ovejas, Pijoan y Williams (1985), reportaron diferencias en el porcentaje de hembras cíclicas a los 35 días después del parto, debido a la época en que este ocurrió. Un 100% para las hembras paridas en el

otoño, 33% de las hembras paridas en la primavera. En las ovejas de la raza Sarda, Cappai *et al.* (1991) también encontraron variaciones en el porcentaje de hembras cíclicas después del parto debido a la época en que este ocurrió. El 65% y el 26% de las hembras que parieron en la segunda mitad de octubre y noviembre respectivamente, iniciaron su actividad ovárica a los 40 días postparto; mientras que solamente el 10% de las hembras que parieron en la segunda mitad de diciembre iniciaron su actividad sexual.

En las cabras subtropicales de la Comarca Lagunera también la época del parto influye sobre la duración del período de AVPP. Para las cabras que paren en la época reproductiva (octubre) éste periodo fue de aproximadamente 50 días. En cambio, cuando las cabras paren a la mitad del anestro estacional (mayo) o al final de la estación sexual el período de AVPP fue de aproximadamente 100 y 200 días respectivamente (Delgadillo *et al.*,1998). Por ello, si se quiere estudiar los efectos de la presencia de la cría, del amamantamiento de las crías o de la relación madre-cría sobre la actividad sexual postparto, los partos deberán ocurrir en otoño.

Estos efectos de la época del parto en animales con reproducción estacional son debidos al fotoperíodo. De manera que si en el período postparto los animales se someten a condiciones de fotoperíodo artificial de días largos, ello puede inhibir la actividad sexual postparto (Mejía, 2007). En ovejas de origen tropical también el fotoperíodo puede afectar la duración del período de anestro postparto. En efecto, (Cerna *et al.* 2004), demostraron que el intervalo del parto a la primera ovulación en ovejas Pelibuey fue modificado al ser expuestas a

diferentes fotoperíodos. Así las ovejas expuestas a un fotoperíodo decreciente (similar al que presenta el otoño) tuvieron un periodo de anovulación más corto (73 días) que las ovejas mantenidas bajo un fotoperíodo natural largo (19° Norte; 104 días).

2.2.3. Amamantamiento, destete de las crías y fisiología postparto

El estímulo generado en la glándula mamaria debido al amamantamiento de las crías influye en la duración del periodo de AVPP (Montiel y Ahuja, 2005). En hembras que amamantan a sus cría, la duración del periodo AVPP es más prolongado en aquellas que no lo hacen (Mauléon y Dauzier, 1965, Short *et al.*,1972; Perez *et al.*,2001). En vacas cebú de Etiopía, el continuo amamantamiento de las crías o una interacción vaca-becerro sin permitir el amamantamiento extienden el intervalo de anestro postparto (Mukasa-Mugerwa *et al.*,1991). Estos autores demostraron que cuando las vacas permanecieron libremente con sus becerros, el periodo AVPP fue más largo (133 días), que en las vacas que tenían sus becerros pero que no se les permitía amamantarlos (72 días), y que las vacas que se les retiró el becerro desde el nacimiento (43 días). De igual manera, Witbank y Cook (1968) mostraron que las vacas que se ordeñaban dos veces al día presentaban intervalos postpartos más cortos y mostraban una eficiencia reproductiva mejor que aquellas vacas que amamantaban a sus becerros. Hoffman *et al.* (1996), indican que la ovulación en vacas a las cuales se les ha separado la cría se produce antes que en los animales que amamantan continuamente a sus becerros.

En las razas de ovejas y cabras que muestran reproducción estacional, el efecto del amamantamiento sobre el periodo AVPP es evidente sólo cuando las hembras paren durante la época natural de reproducción (McNeilly, 1994; Delgadillo *et al.*,1998). En cabras que paren en enero y en las cuales las crías son destetadas a los 30 días de edad, sólo el tiempo promedio por amamantamiento se relacionó positivamente con la duración del anestro postparto en el cual duró 208 días (Delgadillo *et al.*,1997).

En las ovejas de la raza Pelibuey, el amamantamiento también ejerce un efecto inhibitorio en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto. En esta raza, se ha observado la reducción del periodo de amamantamiento a solo 30 min/día, disminuye el intervalo parto-primera ovulación, lo que permite reducir el periodo AVPP (Morales-Terán *et al.*,2004). El tiempo en que se realiza el destete de las crías cuando las cabras paren en octubre, modifica también de manera importante la duración del periodo AVPP (Delgadillo *et al.*,1998). Así, en las cabras criollas del subtrópico mexicano, cuando las hembras paren en octubre, es decir, durante el período natural de reproducción y que se les desteta sus crías a los 2 días postparto, muestran un periodo AVPP más corto (40 días) que en las crías destetadas a los 30 días postparto (55 días) o a las que se les desteta a los 90 días (80 días).

El amamantamiento afecta la actividad del eje hipotálamo, hipófisis y ovarios, al reducir la liberación de GnRH, la cual a su vez produce pulsos insuficientes de LH (Williams *et al.*,1996). Debido a esto los folículos son incapaces de madurar y por lo tanto de ovular, ya que existe una deficiente

síntesis de estrógenos a nivel folicular. Adicionalmente, el amamantamiento genera la secreción a nivel hipotalámico de β -endorfinas y los estrógenos

El amamantamiento del ternero prolonga un retardo en la aparición de la secreción pulsátil de LH, por ello, las vacas que pierden su ternero al nacimiento comúnmente muestran estro más temprano que aquellas cuyos becerros permanecen con ellas (Wettemann *et al.*,2003).

Con el objetivo de obtener una cantidad de leche además de amamantar a sus crías, en algunos sistemas de explotación caprina las hembras se someten durante los primeros 40 días postparto a un manejo mixto amamantamiento/ordeña. En el cual las cabras además de ordeñarse amamantan de manera restringida a sus crías en dos a tres períodos/día. Ello nos permite pensar que posiblemente dichos animales sometidos a amamantamiento restringido inicien su actividad ovárica postparto al mismo tiempo que las hembras cuyas crías son destetadas precozmente a la semana de lactancia y que son ordeñadas 2 veces/día. Sin embargo, hasta hoy no se conoce cómo dicho manejo mixto pueda influir sobre el período de AVPP. Por ello, el objetivo del presente estudio es investigar si en las cabras bajo un manejo mixto amamantamiento/ordeña muestran un período de APP similar a las cabras destetadas y que son ordeñadas 2 veces/día.

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del estudio

El estudio se realizó en el ejido Redención Agraria del municipio de Matamoros, Coahuila, durante el periodo de noviembre del 2009 a enero del 2010. Este ejido se localiza en la Comarca Lagunera, la cual se ubica a 103° longitud oeste y 25° latitud norte, con una altura que varía de 1,100 a 1,400 metros sobre el nivel del mar. La precipitación promedio anual es de 230 mm y las temperaturas promedio mínimas y máximas son de 3.9°C y 40.5°C presentándose en los meses de diciembre y junio, respectivamente (CONAGUA, 2005).

3.2 Animales y manejo zootécnico

El presente estudio se realizó en un hato de 120 cabras criollas multíparas de aproximadamente 2 a 3 años de edad, las cuales fueron mantenidas en un sistema intensivo. Estas cabras fueron sometidas a un programa de sincronización del estro y ovulación con el objetivo de que los partos ocurrieran en un corto período de tiempo a principios del mes de noviembre. Para ello, se colocaron esponjas intravaginales impregnadas con 45 mg de acetato de fluorogestona (FGA; Chrono Gest® 45, Intervet, México), que permanecieron durante 10 días. Además, 48 h antes de retirar las esponjas se les aplicó intramuscularmente 300

UI de gonadotropina coriónica equina (eCG; Folligon® Intervet, México) y con otra jeringa se aplicó 0.075mg de cloprostenol (1.0 ml/animal; Prosolvin®, Intervet, México). Asimismo, se utilizaron 8 machos cabríos sexualmente activos para fecundar a las hembras mediante monta natural.

3.3 Diseño experimental

La fecha promedio de parto (promedio \pm EEM) de todas las cabras fue el día 21 de octubre \pm 0.3 días. Siete días después de parto, se establecieron 2 grupos de cabras los cuales se estandarizaron de acuerdo al tipo de parto (sencillo o múltiple), producción de leche, peso corporal y condición corporal.

Se utilizó un primer grupo de cabras (grupo manejo mixto, GMM; n=15), que fue sometido a un sistema de manejo mixto amamantamiento/ordeña a partir de la primera semana postparto (día 7 de lactancia). Este consistió en lo siguiente: diariamente a las madres se les permitió amamantar a su cría durante 3 periodos de 10 min cada uno (a las 07:00, a las 12:00 y a las 19:00 h). Inmediatamente después de cada amamantamiento, excepto el de las 12:00 h, a las cabras se les practicaba una ordeña mecánica con el fin de extraer el remanente de leche. Para lograr el amamantamiento restringido de la (s) cría (s), éstas fueron separadas de sus madres y alojadas en un corral interno al corral de las madres. Las crías de este grupo fueron destetadas de sus madres hasta el final del estudio a los 3 meses de edad.

Además, se utilizó un segundo grupo de cabras (grupo destetado, GD; n=14), en el cual los cabritos fueron destetados de sus madres a los 7 días de nacidos y posteriormente no tuvieron ninguna interacción con su madre. Posterior al destete, las madres únicamente fueron ordeñadas mecánicamente dos veces al día (a las 07:00 y a las 19:00 h).

En ambos grupos las cabras fueron alimentadas con el 100% de sus requerimientos nutricionales de proteína y energía (305 g/d y 4.41 Mcal/d, respectivamente, NRC, 2007). Para ello, se les proporcionó 1.0 kg de alfalfa, 2.10 kg de silo de sorgo y 1.0 kg de concentrado comercial/cabra/día. Además, el agua y las sales minerales estuvieron a libre acceso.

3.4. Variables evaluadas

3.4.1. Condición y peso corporal

La condición y peso corporal de todas las cabras se determinó a cada 7 días hasta los primeros 80 días postparto. Para determinar la condición corporal se utilizó el procedimiento previamente propuesto en esta especie por Walkden-Brown *et al.* (1997). Dicho procedimiento incluye una escala de 1 a 4 puntos. Para ello, 1 correspondió a un animal muy descarnado permitiendo el paso de los dedos entre los espacios espinosos de las vértebras lumbares y 4 a un animal que tenía abundante masa muscular y grasa en la región lumbar dándole una forma redondeada. Para determinar el peso corporal se utilizó una báscula digital con una capacidad máxima de 250 kg y una precisión de 0.05 kg.

3.4.2. Actividad ovulatoria postparto y duración del período de AVPP

En las cabras de ambos grupos, la actividad ovulatoria se determinó a partir de la tercera semana postparto y se repitió semanalmente hasta los 63 días postparto. El método utilizado para determinar la actividad ovárica fue mediante ecografías transrectales, usando para ello un transductor rígido de tiempo real (modo B; 7.5 Mhz; Aloka, Japón; Ginther y Kot 1994). Se consideró que una cabra había ovulado cuando en las ecografías se observó claramente la presencia de al menos un cuerpo lúteo en uno de los 2 ovarios. Cada vez se registró la identidad de la (s) cabra (s) en las que se observó ovulación. Posteriormente, en el laboratorio se determinó el porcentaje acumulado de cabras que ovularon hasta los 63 días postparto. El período de AVPP de cada cabra se calculó con la fecha de ovulación (observación de un cuerpo lúteo) y la del parto. En el caso de las cabras en las que no se observó ovulación durante todo el estudio, se consideró como fecha de ovulación el día del último ultrasonido + 1.0 día.

3.4.3. Producción de leche

La producción de leche en ambos grupos de cabras se determinó al día 7 de lactancia y después cada semana hasta los 63 días de lactación.

En las cabras del GMM el día de cada estimación de la producción de leche se realizaba lo siguiente: a las 07:00 h se registraba el peso de las crías antes de amamantarse usando para ello báscula con una capacidad máxima de 250 kg y una precisión de 0.05 kg. Posteriormente, se permitía que la cría se amamantara por un tiempo de 5 minutos y se volvía a registrar el peso de la cría. Cuando todas

las crías de este grupo, habían terminado de amamantarse, a las madres se les realizaba una ordeña mecánica en la cual se pesaba la leche de cada cabra. Este mismo procedimiento de amamantamiento controlado se repitió a las 12:00 y a las 19:00 h del día, solo que en la estimación a las 12:00 h no se practicó ordeña mecánica. Con estos datos de las tres determinaciones (diferencias de peso de las crías antes y después de amamantarse y lo obtenido en las 2 ordeñas se obtuvo la cantidad total de leche/día.

En las cabras del GD la estimación de la producción de leche se realizó registrando y sumando el peso de la leche obtenida en cada una de las 2 ordeñas mecánicas que se realizaban al día (a las 07:00 y a las 19:00 h).

3.5 Análisis Estadísticos

La proporción acumulada de cabras que ovularon en cada grupo hasta los primeros 63 días postparto se comparó mediante una prueba de Komogorov-Smirnov. La producción de leche de las cabras de los 2 grupos se sometió a un ANOVA para medidas repetidas a dos factores (semana y grupo). El mismo procedimiento se utilizó para analizar entre grupos el peso y la condición corporal de las hembras.

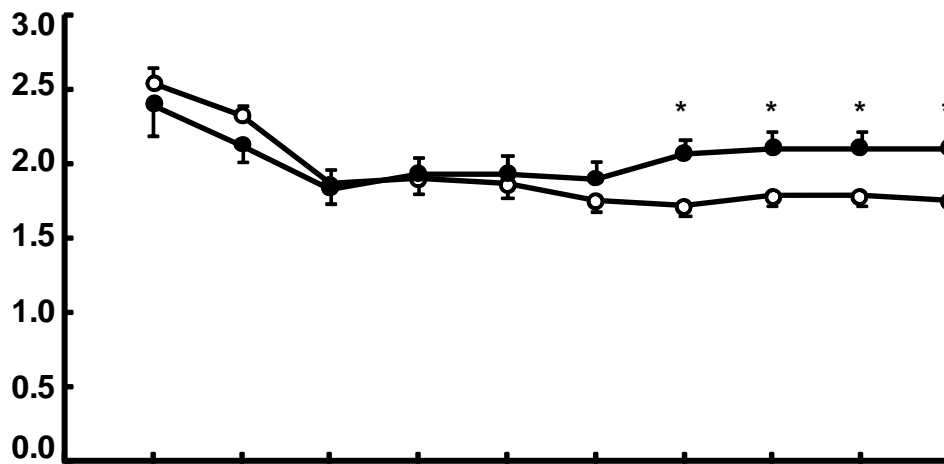
CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Condición y peso corporal

En la siguiente Figura 1 se observa la evolución del peso y la condición corporal en las cabras de ambos grupos en estudio. De manera general existió un efecto del tiempo de estudio para la condición y peso corporal ($P < 0.01$). De 7 a 42 días postparto, ambas variables no difirieron entre las cabras de ambos grupos ($P > 0.05$). Sin embargo, durante del día 49 al 80 postparto las cabras del GD mostraron una mayor condición corporal, comparada con la condición de las cabras GMM ($P < 0.05$).

Condición corporal



Peso corporal (kg)

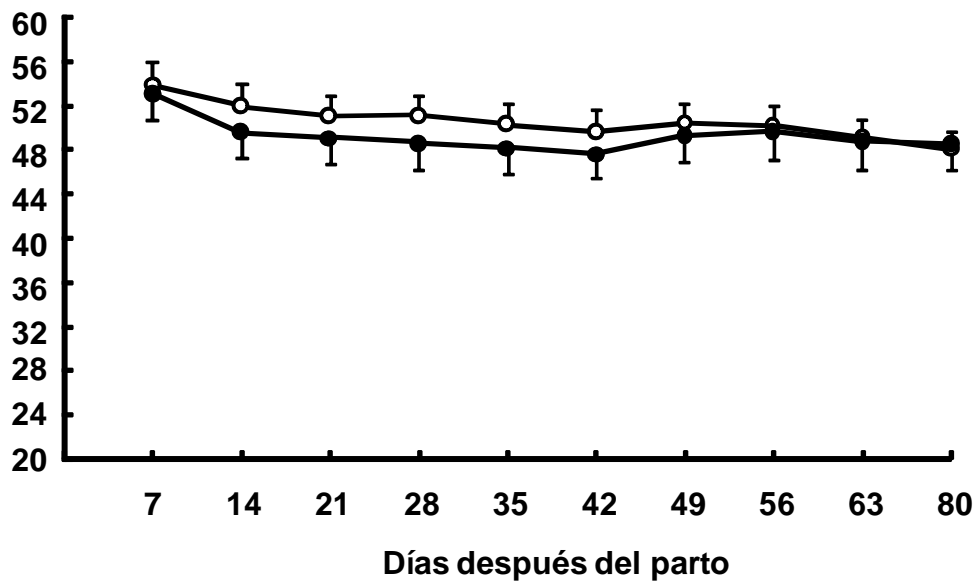


Figura 1. Evolución del peso y condición corporal (promedio \pm EEM), durante los primeros 80 días postparto en cabras cuyas crías fueron destetadas a la primera semana postparto y posteriormente sometidas a 2 ordeñas/día (GD;●; n=14) y en las cabras que fueron sometidas a un manejo mixto amamantamiento/ordeña (GMM;○;n=15). * Diferencia entre grupos (P<0.05).

4.2 Actividad ovárica postparto

La proporción acumulada de cabras que manifestaron actividad ovárica a los 63 días postparto difirió entre las cabras de ambos grupos ($P < 0.001$; Kolmogorov-Smirnov test; Figura 2). La fecha promedio de inicio de la ovulación postparto en las cabras del GD fue el 27 de noviembre ± 2 días, mientras que en las cabras del GMM fue el 17 de diciembre ± 2 días ($P < 0.001$). Por ello, la duración del período de AVPP fue menor ($P < 0.001$) en las cabras del GD (37 ± 2 días) que en las cabras del GMM (57 ± 2 días).

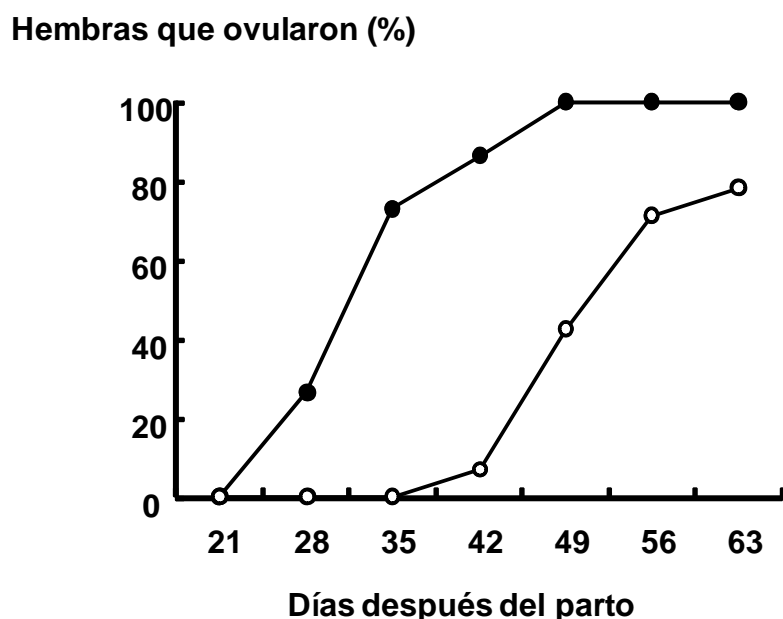


Figura 2. Porcentaje acumulativo de cabras que ovularon a los 63 días postparto, en cabras cuyas crías fueron destetadas a la primera semana postparto y posteriormente sometida a 2 ordeñas/día (GD;●; n=14) y en las cabras que fueron sometidas a un manejo mixto amamantamiento/ordeña (GMM;o; n=15). (Existió diferencia en el porcentaje acumulado de cabras que ovularon entre las cabras del GMM y las del GD; $P < 0.001$; Kolmogorov-Smirnov test).

4.3 Producción de leche

La producción de leche durante los primeros 80 días de estudio de las cabras de ambos grupos se muestra en la siguiente Figura 3. Existió un efecto del tiempo de estudio sobre la producción de leche ($P < 0.001$). Además, existió un efecto del grupo ($P < 0.01$) y una interacción tiempo x grupo ($P < 0.05$). Por ello, se observa que las cabras del GMM produjeron mayor cantidad de leche que las cabras del GD en algunos períodos de lactancia.

Producción de leche (kg/día)

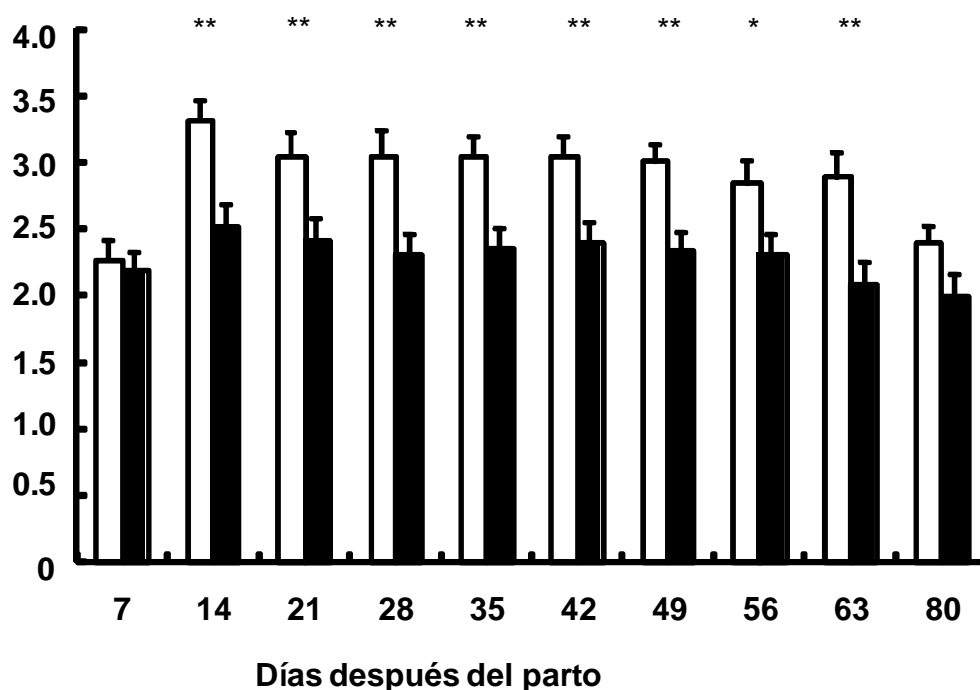


Figura 3. Evolución promedio (\pm EEM) de la producción láctea de las cabras cuyas crías fueron destetadas a la primera semana postparto y posteriormente sometidas a 2 ordeñas/día (GD; ■; $n=14$) y en las cabras que fueron sometidas a un manejo mixto amamantamiento/ordeña (GMM; □; $n=15$).*, ** $P < 0.05$ y $P < 0.01$, respectivamente.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo indican claramente que en los primeros 49 días postparto el amamantamiento restringido combinado con la ordeña retardan la duración del periodo de AVPP, comparado con las cabras cuyas crías son destetadas desde la primera semana postparto.

Estos resultados demuestran que en las cabras la presencia de la cría, aunque sea de manera restringida, durante los primeros 49 días postparto retarda el reinicio de la actividad sexual. Ello concuerda con los resultados obtenidos en vacas cebú de Etiopía en las que se demostró que incluso la sola interacción vaca-becerro sin permitir el amamantamiento extendió el intervalo de anestro postparto (Mukasa-Mugerwa *et al.*, 1991). Los mecanismos fisiológicos de cómo el amamantamiento inhibe la reproducción de la madre han sido ampliamente estudiados (McNeilly, 2006). Por un lado, se conoce que el amamantamiento de las crías induce la liberación de algunas hormonas como la prolactina y los péptidos opioides y que a su vez, dichos factores disminuyen la secreción de la hormona luteinizante (LH) causando un retardo en el inicio de la actividad sexual postparto (McNeilly, 2006; Day, 2004).

Por otro lado, es posible que las cabras del GMM tuvieran un mayor gasto energético que las cabras del GD debido a la mayor producción láctea y que ello también retardó el inicio de la ciclicidad ovárica postparto. Lo anterior se fundamenta posiblemente a la menor condición corporal observada en las cabras del GMM en las 3 últimas semanas de estudio. Por ejemplo, en vacas se conoce que la transición de un balance energético negativo a uno positivo durante la lactancia está asociada al incremento en la frecuencia de pulsos de LH, lo que permite el reinicio de la actividad sexual (Canfield y Butler, 1991). Además, en la cabra, Maia (1998) indicó que las cabras que pierden condición corporal después del parto presentan un intervalo de anestro postparto más prolongado que en las que no pierden condición corporal. De este modo, en el presente estudio se confirma lo previamente argumentado en bovinos de que el estado nutricional y el amamantamiento son 2 factores importantes que determinan el inicio de la actividad sexual postparto (Wettemann *et al.*,2003).

La mayor producción láctea registrada en las cabras del GMM se debió al menos a 2 factores: primero, dichos animales percibieron al día 5 estimulaciones para el vaciamiento glandular (3 amamantamientos y 2 ordeñas), mientras que las cabras del GD sólo recibieron 2 ordeñas/día. Está bien documentado en esta especie que el frecuente vaciamiento glandular se relaciona positivamente con una mayor producción láctea (Wilde *et al.*,1995). Segundo, por otro lado también se conoce en vacas productoras de carne y en cabras, que la sola presencia de la cría o el amamantamiento restringido estimulan la producción de leche comparada

con las hembras a las que se les desteta precozmente a sus crías (Lamb *et al.*,1999; Hernández *et al.*,2007).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIÓN

Se concluye que en las cabras que paren en el otoño la aplicación del amamantamiento restringido combinado con la ordeña prolonga la duración del período AVPP. Asimismo, se concluye que el manejo mixto amamantamiento/ordeña incrementa la producción de leche de las cabras.

CAPÍTULO VII

LITERATURA CITADA

- Canfield, R.W., Butler, W.R. 1991. Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. *J. Anim. Sci.* 69, 140-746.
- Cerna, C., Porras, A., Zarco, L., Valencia, J. 2004. Efecto del fotoperíodo artificial sobre el reinicio de la actividad ovárica postparto en la oveja pelibuey. *Vet. Méx.* 35, 179-185.
- CONAGUA. Comisión Nacional del agua, subdelegación región lagunera. Registro de Archivos de esta dependencia 2005.
- Day, M.L. 2004. Hormonal induction of estrous cycles in anestrous *Bos taurus* beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* 82, 487-494.
- De Santiago-Miramontes, M. A., Rivas-Muños, R., Muños-Gutierrez, M., Scaramuzzi, R.J., Malpoux, B. Delgadillo, J.A. The ovulation rate in anoestrous female goats managed under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. *Anim Reprod. Sci.* 105, 409-416.
- 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 Mexico. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 55, 91-101
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Villarreal, O., Flores, M.J., Hoyos, G., Chemineau, P., Malpoux, B. 1998. Length of postpartum anoestrus in goats in subtropical Mexico: effect of season of parturition and duration of nursing. *Theriogenology.* 49, 1209-1218
- Delgadillo, J.A., Cortez M.E., Duarte G., Chemineau P., Malpoux, B. 2004 Evidence that the photoperiod controls the annual changes in testosterone secretion, testicular and body weight in subtropical male goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 44, 183-1983.

- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Fitz, R., Duarte, G., Véliz, F.G., Carrillo, E., Vielma, J., Hernández, H., Malpoux, B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod. Fertil. Dev.* 58, 493-499.
- Duarte, G., Flores, J.A., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2008. Reproductive seasonality in females goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domestic Animal Endocrinology.* 25, 362-370.
- Flores, M.J. 1996. El destete temprano de las crías no reduce la duración del anestro postparto en cabras criollas de la Comarca Lagunera que paren en mayo. Tesis de Maestría, UAAAN, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México. 48 p.
- Fulkerson, J.W. 1984. Reproduction in dairy cattle: Effect of age, cow condition, production level and calving-to-first-service interval and the male. *Anim. Reprod. Sci.* 7, 305-314.
- Ginther, O.J., Kot, K. 1994. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. *Theriogenology.* 42, 987-1001.
- Gonzalez-Stagnaro, C. 1984. Comportamiento reproductivo de las razas locales de rumiantes en el trópico americano. In: Chemineau, P., Gauthier, D., Thimonier, J. (eds.), *Reproduction des rumiantes en zone tropicale*, vol. 1. Les colloques de l'INRA, Point-a-Pitre, Guadeloupe, 1-8.
- Hernández, H., Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Rodríguez, A.D., Serafín, N., Kann, G., Marnet, P.G., Poindron, P. 2007. Effects of restricted nursing on milk production and collection, kid growth and plasma prolactin and growth hormone concentration in dairy goats. *Animal.* 1, 233-240.
- Hoffman, D.P., Stevenson, J., Minton, J. 1996. Restricting calf presence without suckling compared with weaning prolongs postpartum anovulation in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 74, 190-198.
- Hoyos, G.E., Sáenz, P., Salinas, G.H. 1991. Desarrollo de módulos caprinos en la Región Lagunera. En "Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera". SARH-INIFAP, Matamoros Coahuila, México. pp.1-11.
- Hunter, G.L., Van Aarde, I.M. 1973. Influence of season of lambing on postpartum intervals to ovulation and oestrus in lactating and dry ewes at different nutritional levels. *J. Reprod. Fertil.* 32, 1-8.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000-2005. Sector alimentario en México, estadística del sector agropecuario. p. 80-86.
- Jolly, P.D., McDougall, S., Fitzpatrick, L.A., Macmillan, K.L., Entwistle, K.W. 1995. Physiological effects of undernutrition on postpartum anoestrus in cows. *J. Reprod. Fert.* 49, (Suppl.) 477-492.
- Lamb, G.C., Miller, B.L., Lynch, J.M., Thompson, K.E., Heldt, J.S., Löest, C.A., Grieger, D.M., Stevenson, J.S. 1999. Twice Daily suckling but not milking with calf presence prolongs postpartum anovulation. *J. Anim. Sci.* 77, 2207-2218.
- Maia, M., Costa, A.N. 1998. Estro e atividade ovulatória pós-parto em cabras Canindé associados ao manejo de amamentação. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 22, 35-43.
- Mauleón, P., Dautier, L. 1965. Variations de la Duree de l'anestrosu de lactation chez les brebis de race Ile-de-France. *Ann Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 5, 131-143.
- McNeilly, A.S. 2006. Suckling and control of gonadotrophin secretion. In: Knobil E, Neilly JD (eds.). *The physiology of reproduction*. Raven Press, New York. Vol. 2, 1179-1212.
- Montiel, F., Ahuja, C. 2005. Body condition and suckling as factor influencing the duration of postpartum anestrous in cattle: a review. *Anim. Reprod. Sci.* 85, 1-26.
- Morales-Terán, G., Pro-Martínez, A., Figueroa-Sandoval, B., Sánchez del Real, C., Gallegos-Sánchez, J. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración de anestro postparto en ovejas Pelibuey. *Agrociencia.* 38, 165-171.
- Mukasa-Mugerwa, E., Tegegne, A., Franceschini, R. 1991. Influence of suckling and continuous cow-calf association on the resumption of post-partum ovarian function in *Bos indicus* cows monitored by plasma progesterone profiles. *Reprod. Nutr. Dev.* 71, 241-247.
- Rakestraw, J., Lusby, K.S., Wetteman, R.P. 1986. Postpartum weight and body condition loss and performance of fall-calving cows. *Theriogenology.* 26, 461-473.

- Richards, M.W., Spitzer, J.C., Warner, M.B. 1986. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 62, 300-306.
- SAGARPA. Boletín informativo 095 05 México, DF, 05 Marzo 2005.
- Salinas, G.M., Hoyos, F.I., Chavarría, F., Falcón, A. 1993. Sistemas de producción en el noreste de México en: "Seminario nacional sobre producción y comercialización del ganado caprino". 10-12 Noviembre de 1993. Monterrey N.L., México, p. 38-44.
- Short, R.E., Bellows, R.A., Staigmiller, R.B., Berardinelli, J.G., Custer, E.E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and fertility in postpartum beef cattle. *J. Anim. Sci.* 68, 799-816.
- 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.
- Wettemann, R.P., Lents, C.A., Ciccioli, N.H., White, F.J., Rubio, I. 2003. Nutritional and suckling-mediated anovulation in beef cows. *J. Anim. Sci. Suppl* 2, 81, E48-E59.
- Williams, G.L., Gazal, O.S., Guzman Vega, G.A., Stanko, R.L. 1996. Mechanisms regulating suckling-mediated anovulation in the cow. *Anim. Reprod. Sci.* 42, 289-297.
- Wiltbank, J.N., Cook, A.C. 1958. The comparative reproductive performance of nursed and milked cows. *J. Anim. Sci.* 17, 640-648.
- Zurek, E., Foxcroft, O.R., Kennelly, J.J. 1995. Metabolic status and interval to first ovulation in postpartum dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 78, 1909-1920.