

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO
NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**Estimulación de la actividad estral postparto en cabras mantenidas en
pastoreo utilizando el efecto macho y la complementación con maíz**

Por:

Oswaldo Uriel García García

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

**Torreón, Coahuila, México
Enero 2024**

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

Estimulación de la actividad estral postparto en cabras mantenidas en
pastoreo utilizando el efecto macho y la complementación con maíz

Por:

Oswaldo Uriel García García

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. Jesús Vielma Sifuentes
Presidente

Dr. Horacio Hernández Hernández
Vocal

Dr. José Alfredo Flores Cabrera
Vocal

Dr. Gerardo Duarte Moreno
Vocal Suplente

MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Enero 2024

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

Estimulación de la actividad estral postparto en cabras mantenidas en
pastoreo utilizando el efecto macho y la complementación con maíz

Por:

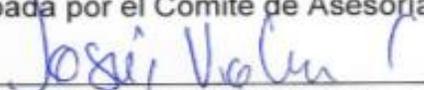
Oswaldo Uriel García García

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Jesús Vielma Sifuentes
Asesor principal


Dr. Horacio Hernández Hernández
Coasesor


Dr. José Alfredo Flores Cabrera
Coasesor


MC José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Enero 2024

AGRADECIMIENTOS.

Quiero agradecer a mis padres Estela García López y Homar García Monjarás por haberme apoyado, aconsejado, guiado a lo largo de mi vida y mi formación académica, que a pesar de la distancia y las adversidades siempre estuvieron para mí.

A mis profesores, al Dr. Jesús Vielma Sifuentes, Dr. Horacio Hernández Hernández, Dr. José Alfredo Flores Cabrera que me brindaron su apoyo durante la investigación de mi tesis y durante mi formación académica.

Al Sr. Rosalio de anda y a la Sra. Estela, caprinocultores del ejido Filipinas en Matamoros Coahuila, por facilitarme a los animales para el experimento.

DEDICATORIA.

En primer lugar, quiero dedicarle este trabajo de tesis a mis queridos padres ya que me alentaron a seguir con mis estudios, aconsejándome. Siempre estaré sumamente agradecido por ello.

A mi amada esposa MVZ. Reyna del Rocío Villatoro Dearcia por haber estado a mi lado apoyándome en todo momento tanto en lo personal como en lo académico.

A mi hermano Aldo Omar García García, por su apoyo a lo largo de estos años.

A mis abuelos paternos Jorge García y Adriana Monjarás y mi abuelo materno Ubilio García quienes me alentaron a seguir con mis estudios.

A mi tía Olga de los Ángeles García López por sus consejos y apoyo moral en los momentos difíciles.

RESUMEN

En la presente tesis se estudió si en las cabras lactantes mantenidas en pastoreo, la complementación con maíz a partir del día del parto estimula la pronta presentación de la actividad estral en respuesta al efecto macho. Para ello, se conformaron dos grupos de cabras cuya fecha promedio del parto fue el 30 de septiembre. Un grupo de cabras postparto se le mantuvo con solo lo disponible en las áreas de pastoreo (grupo Testigo; n =10). Otro grupo de cabras también se le mantuvo con lo disponible en el pastoreo, sin embargo, a este grupo desde el parto y hasta el final del estudio se les ofreció en promedio 0.5 kg de maíz roado por las tardes (grupo Maíz; n = 11). En ambos grupos, a los 20 días postparto, cuando todavía los cabritos se amamantaban de sus madres, las madres fueron puestas en contacto con machos cabríos durante 12 días. El porcentaje total de cabras en celo no difirió entre el grupo Testigo (70%) y el grupo Maíz (91%; $P > 0.05$). De igual forma la duración de la conducta estral no fue diferente entre las cabras del grupo Testigo (33.0 ± 3.0 h) y las cabras del grupo Maíz (38.4 ± 7.0 h; $P > 0.05$). Sin embargo, en el porcentaje acumulado de cabras en conducta estral se observó que un mayor porcentaje de cabras del grupo Maíz mostraron celo más pronto que en el grupo de cabras Testigo ($P < 0.0001$). Se concluye que en las cabras lactantes en pastoreo que paren en el otoño, la complementación con maíz a partir del día del parto estimula la pronta presentación de la actividad estral en respuesta al efecto macho.

Palabras clave: Cabras, Anestro postparto, Maíz, Efecto macho, Pastoreo extensivo

Índice

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	i
RESUMEN	ii
Índice de graficas	v
Capítulo I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	4
Hipótesis.....	4
Capítulo II.....	5
REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.0. Anestro postparto (APP)	5
2.1. Factores que influyen en la duración del APP	5
2.1.1. Influencia de la época en que ocurren los partos	5
2.1.2. Influencia del amamantamiento de las crías	6
2.1.3. Endocrinología y actividad ovárica durante el postparto	8
2.1.4. Influencia de la nutrición y condición corporal	10
2.1.5. Influencia de las interacciones socio-sexuales	12
Capítulo III.....	13
MATERIAL Y MÉTODOS	13
Consideración Ética	13
3.1. Lugar del Experimento	13
3.2. Sujetos y Grupos Experimentales	13
3.3. Procedimiento Experimental	15
3.4. Conducta estral	15
3.5. Variables evaluadas	15
3.6. Análisis de datos	16
Capítulo IV.....	17
RESULTADOS	17
4.1. Porcentaje total de cabras en conducta estral	17
4.2. Duración de la conducta estral	18
4.3. Porcentaje acumulado de cabras en conducta estral	18
Capítulo V.....	20

DISCUSIÓN	20
Capítulo VI.....	23
CONCLUSIÓN	23
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	24

Índice de graficas

Descripción

Figura 1 Porcentaje total de cabras que mostraron conducta estral durante los 12 días en que los machos cabríos permanecieron con las cabras a partir del día 20 postparto. Las cabras del grupo Testigo fueron alimentadas solo con lo obtenido del pastoreo. Las cabras Maíz, además del pastoreo ellas recibieron en promedio 0.5 kg de maíz rolado por las tardes al regreso del pastoreo..... 17

Figura 2 Duración promedio (\pm EEM) de la conducta estral mostrada por las cabras en respuesta a la introducción de machos cabríos sexualmente activos de manera natural. Las cabras del grupo Testigo fueron alimentadas solo con lo obtenido del pastoreo. Las cabras Maíz, además del pastoreo ellas recibieron en promedio 0.5 kg de maíz rolado por las tardes al regreso del pastoreo..... 18

Figura 3 Porcentaje acumulado de cabras que mostraron celo en el grupo Testigo (\square) y en las del grupo Maíz (\blacksquare) durante los 13 días que permanecieron con los machos. Las cabras del grupo Testigo fueron alimentadas solo con lo obtenido del pastoreo. Las cabras Maíz, además del pastoreo ellas recibieron en promedio 0.5 kg de maíz rolado por las tardes al regreso del pastoreo. Este porcentaje se presentó mayor en las cabras del grupo Testigo que en las del grupo Maíz ($P < 0.0001$)..... 19

Capítulo I INTRODUCCIÓN

La caprinocultura en la Región Lagunera es una actividad agropecuaria que tiene una importancia en la economía de muchos productores representados socialmente como ejidatarios y localizados en áreas rurales. En efecto, se ha reportado que, en la Región Lagunera, en el año 2021 existían en un total de 400, 000 cabezas de ganado caprino (SIAP, 2021). Por ello la importancia económica de esta actividad radica en la crianza y mantenimiento de esta especie aplicando el pastoreo extensivo. De hecho, en 2020 el estado de Coahuila produjo 3904 tons de leche de caprino (SIAP, 2021).

Una característica fisiológica que poseen los caprinos criados en la Comarca Lagunera, es que ellos presentan un patrón de reproducción estacional anual (Delgadillo et al., 1999; Duarte et al., 2008). Así, en los machos, el peso de los testículos y su actividad espermatogénica en es menor de enero a abril y estas mismas variables se incrementaron de mayo a diciembre (Delgadillo et al., 1999). Las cabras de la Comarca Lagunera también muestran actividad sexual estacional iniciando en septiembre y que finaliza en febrero, por lo que el anestro estacional en estas hembras se observa de marzo a agosto (Duarte et al., 2010).

El anestro postparto en rumiantes de aquí en adelante denominado APP, es el periodo que transcurre desde el parto hasta el reinicio de la actividad sexual después del parto (McNeilly, 2001). Entre otros factores, este APP es debido a una disminución en la actividad de las células de la hipófisis que secretan la hormona luteinizante (LH), responsable en parte del crecimiento folicular y que causa la

ovulación (McNeilly, 2001). Se ha reportado que esta disminución en la secreción de la LH es debida principalmente al amamantamiento de las crías (Williams y Griffith, 1995). Sin embargo, el estado corporal de la hembra en el postparto juega también un rol importante en esta inhibición. En las cabras de la Región Lagunera, se ha estudiado previamente la duración del APP. En estas cabras se determinó que la época del año en que ocurren los partos influye fuertemente sobre la duración de este periodo. Así, cuando las cabras paren en el mes de enero y amamantan a sus crías durante un mes el APP tiene una duración de aproximadamente 200 días. Además, cuando los partos de estas hembras ocurren en el mes de mayo y que amamantan durante un mes a sus crías, la duración del APP se reduce a 100 días. La duración más corta de este APP en las cabras de la Región Lagunera se presenta cuando ellas tienen sus partos durante el periodo natural de reproducción, es decir en el mes de octubre cuando las hembras muestran un APP de 50 días (Delgadillo et al., 1998).

El efecto macho concierne al hecho de que los machos sexualmente activos estimulan la conducta estral y la actividad ovulatoria de las hembras durante el anestro estacional (Delgadillo y Martin, 2015). Sin embargo, en estas cabras de la Región Lagunera que paren en el mes de septiembre por haber sido empadradas al final de abril mediante efecto macho y que se encuentran todavía amamantando a sus cabritos no se conoce si el exponerlas a machos sexualmente activos de manera natural pueda acelerar la presentación de la conducta estral en esas hembras. Lo anterior, unido el hecho de que las cabras que paren en esta época (finales de septiembre) la cual está muy próxima a la época de sequía el postparto

coincide con el comienzo de poca disponibilidad de forraje en las áreas de pastoreo. Estas condiciones de escasez en la disponibilidad de forraje pudieran también prolongar la duración del APP.

En la presente tesis, se propone que las cabras que paren al final de septiembre que se encuentran amamantando a sus crías y son mantenidas en pastoreo, la complementación con maíz mejorará la respuesta al efecto macho durante el postparto.

Objetivos

Investigar si en cabras lactantes mantenidas en pastoreo, la respuesta estral al efecto macho puede acelerarse debido a la complementación con maíz a partir del día del parto.

Hipótesis

En cabras lactantes mantenidas en pastoreo, la complementación con maíz a partir del día del parto estimula la pronta presentación de la actividad estral en respuesta al efecto macho.

Capítulo II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.0. Anestro postparto (APP)

En mamíferos, el APP refiere a un periodo de duración variable que comprende del día del parto hasta el reinicio de los ciclos estrales y ovulatorios. Por lo cual, este periodo después del parto está caracterizado porque las hembras no presentan conducta estral ni ovulaciones (Peters y Lamming, 1990). Conforme avanza el tiempo postparto, y con el destete de la progenie, la cual se vuelve menos dependiente de la madre, se presentan las condiciones para que las hembras reinicien su actividad sexual.

2.1. Factores que influyen en la duración del APP

Entre diversos factores se ha demostrado que el ambiente, las relaciones socio-sexuales, el estado metabólico y fisiológico del animal pueden modificar la duración del APP.

2.1.1. Influencia de la época en que ocurren los partos

En las razas de ovejas y cabras que muestran un patrón de reproducción estacional, el reinicio de la actividad sexual postparto solamente ocurre durante la época natural de reproducción. Así, en las ovejas Poll Dorset, se observaron diferencias importantes en el número de hembras cíclicas a los 35 días después del parto, según la época en que haya ocurrido el parto. De este modo, cuando paren en el otoño el 100% reinician su actividad sexual, sin embargo, solo un 33% de ellas reinician su actividad sexual a los 35 días postparto cuando ellas parieron en la primavera (Pijoan y Williams, 1985).

En las cabras de la Región Lagunera, se ha estudiado previamente la duración del APP. En estas cabras se determinó que la época del año en que ocurren los partos influye fuertemente sobre la duración de este periodo. Así, cuando las cabras paren en el mes de enero y amamantan a sus crías durante un mes el APP tiene una duración de aproximadamente 200 días. Además, cuando los partos de estas hembras ocurren en el mes de mayo y que amamantan durante un mes a sus crías, la duración del APP se reduce a 100 días. La duración más corta de este APP en las cabras de la Región Lagunera se presenta cuando ellas tienen sus partos durante el periodo natural de reproducción, es decir en el mes de octubre cuando las hembras muestran un APP de 50 días (Delgadillo et al., 1998).

Por todos los argumentos anteriores, se sugiere que en los pequeños rumiantes que muestran actividad sexual estacional, la época en que ocurren las pariciones modifica la duración del APP.

2.1.2. Influencia del amamantamiento de las crías

Tanto en animales de laboratorio, como en animales de interés zootécnico está bien documentado que el estímulo que ejercen las crías sobre el pezón de las glándulas mamarias durante el amamantamiento constituye un inhibidor de la actividad sexual después del parto. De esta manera, las hembras bovinas productoras de carne que son ordeñadas de 2 o hasta 5 veces diarias en presencia restringida de sus becerros mostraron un periodo de anovulación más corto que las vacas que se les permitió interactuar libremente con sus becerros (Lamb et al., 1999). De hecho, varias revisiones entre ellas la de Edgerton (1980) indicó que el intervalo del parto hasta

el primer estro en vacas ordeñadas osciló entre 17 y 72 días, mientras que en las vacas que amamantaron este intervalo osciló entre 46 y 104 días.

Estudios en ovejas que muestran una estacionalidad en su actividad reproductiva han demostrado que la frecuencia con la que los corderos se amamantan de su madre influye fuertemente sobre la duración del APP. Por ejemplo, en ovejas australianas de la raza Merino, (Fletcher y Lindsay, 1971) encontró que la frecuencia de amamantamiento registrada en las primeras 2 semanas postparto se correlacionó positivamente con el intervalo del parto al primer estro postparto ($r = +0.48$; $P < 0.01$). En otras palabras, lo anterior demostró que las ovejas que más amamantaron a sus corderos en las 2 primeras semanas de vida tuvieron también un APP más largo. En cambio, las ovejas que amamantaron con menor frecuencia, tuvieron un APP más corto. De igual modo, en las cabras criollas de la Comarca Lagunera que paren en enero Delgadillo et al. (1997) encontró que la duración promedio de los episodios de amamantamiento fue correlacionada positivamente con el periodo de APP ($r = 0.70$; $P < 0.0025$). Sin embargo, en estas cabras el efecto de la época del parto fue de mayor relevancia en prolongar la duración del APP (197 días), que otros factores.

En las hembras bovinas, se demostró que incrementando la intensidad del amamantamiento al incrementar a 2 el número de becerros amamantados prolongó la duración del APP (Wettemann et al., 1978) y el periodo de anovulación postparto (Sinclair et al., 2002). Lo anterior fue más notorio en vacas adultas que en vaquillas de primer parto (Wheeler et al., 1982).

Sin embargo, no es solo el acto del amamantamiento por sí mismo el factor responsable de la inhibición de la actividad sexual después del parto. En efecto,

Silveira et al., (1993) llevaron a cabo un estudio en el que utilizaron 3 grupos de vacas en las que se determinó la actividad ovárica postparto durante 30 días experimentales: un grupo de ellas que permanecieron amamantando a sus propios becerros, un grupo de vacas que se les forzó amamantar un becerro no familiar o ajeno y finalmente un grupo de vacas cuyos becerros fueron destetados a los 6 días de vida. El intervalo a la primera actividad ovárica postparto difirió según el tratamiento. Los grupos de vacas que amamantaron a becerros ajenos y a las que se les destetó sus becerros tuvieron intervalos similares a la primera ovulación, y estos intervalos fueron más cortos que el grupo de vacas que amamantó a sus propios becerros. La frecuencia acumulada de vacas que exhibieron actividad ovárica no difirió entre el grupo de vacas ajeno y el grupo de los destetados (72,7 y 75,0% el día 10, respectivamente) y fueron superiores a las vacas del grupo propio, en el que solamente el 38% de ellas mostró actividad ovárica (Silveira et al., 1993). Con estos anteriores elementos, podemos señalar que, en rumiantes, es necesaria la identificación de las crías que se están amamantando para que ocurra la inhibición de la actividad sexual postparto de la madre.

2.1.3. Endocrinología y actividad ovárica durante el postparto

En la cabra, como en otras especies, el desarrollo disminuido de los folículos ováricos es la principal causa del APP. Esta disminución ocasiona bajas concentraciones de estradiol y en consecuencia se inhibe el feedback positivo del eje hipotálamo-pituitaria-gónadas y con ello presentándose el APP. De este modo, durante el APP la liberación de GnRH (hormona liberadora de gonadotropinas) se encuentra inhibida y es el factor neuroendocrino responsable para el reinicio de la

actividad ovárica postparto (McNeilly, 2001). Por esta causa la liberación pulsátil de la LH (hormona luteinizante) y de FSH (hormona foliculoestimulante) se encuentran reducidas (Joshi et al., 2018). En ovejas lactantes, Schirar et al., (1989) encontraron que el tiempo del parto a la primera oleada de la LH fue más rápido (10 días; si no amamantaron a sus corderos) o prolongado (17 días; si amamantaron a sus crías). En las ovejas Sharpe et al., (1986) pudieron observar que, en ovejas durante el postparto, las inyecciones de GnRH fueron capaces de estimular la liberación de la LH de la pituitaria. En cabras, se ha reportado que el primer ciclo ovárico después de un periodo de anestro no fue precedido por la presentación normal de la conducta de estro y que la duración y la concentración en la secreción de progesterona por el cuerpo lúteo fueron más bajas de lo normal (Faraz et al., 2020). En ovejas, las dos primeras ovulaciones después del anestro son de mala calidad, debido a la baja pulsatilidad de la FSH, ya que los folículos pequeños tienen bajo número de células de la granulosa, las cuales producen bajos niveles de estradiol y lo que puede explicar la posible ausencia de conducta estral previa a la primera ovulación (Madureira et al., 2006), conocida como “ovulación silenciosa” (Ramírez et al., 2017).

Durante la lactancia, la hormona prolactina de la pituitaria y los opioides endógenos producidos en el sistema nervioso como las β -endorfinas, inhiben la secreción de GnRH y por ello, de las hormonas FSH y de la pulsatilidad de la LH (Diskin et al., 2003; González, 1993; Monje et al., 1992; Williams y Stanko, 1999). Esta reducción de los pulsos de LH induce pequeños cuerpos lúteos, que a su vez reducen la liberación de progesterona a niveles que pueden no ser suficientes para mantener

la gestación (Faraz et al., 2020). La liberación de LH también está influenciada por la condición corporal del animal, factor que se analizará con más detalle más adelante.

2.1.4. Influencia de la nutrición y condición corporal

En rumiantes, como en otros mamíferos, después del parto la demanda energética y proteica alcanza sus niveles más elevados debido a la lactancia, lo que ocasiona un balance negativo de energía (BNE). Si dichas demandas no son satisfechas, el reinicio de la ciclicidad ovárica podría ser retardada debido a un anestro nutricional (Salmito y Marques, 2004). El efecto del BNE sobre la fertilidad es relacionado a cambios metabólicos y endocrinos que afectan el crecimiento folicular y consecuentemente la producción de progesterona por el cuerpo lúteo (Mbayahaga et al., 1998). Consistente con las recomendaciones de la national research council (NRC, 2007) el consumo de energía en el postparto fluctúa basado en el número de cabritos, la producción de leche y la condición corporal al parto. Por lo que una nutrición adecuada se requiere para que las cabras puedan parir sus crías teniendo una condición corporal entre 2.5 y 3.5 puntos (Bao et al., 1995).

Los efectos de la nutrición sobre la reproducción son regulados por varias hormonas. Entre ellas, la hormona del crecimiento (GH), la insulina, el factor de crecimiento similar a la insulina-1 (IGF-1) actúan directamente sobre el crecimiento folicular estimulando la foliculogénesis y la producción de esteroides al estimular la producción de la LH sobre las células de la teca (Krajnicakova et al., 1999). En vacas, se ha reportado una correlación positiva entre los niveles de IGF-1 con los puntos de condición corporal (Oliveira et al., 2013). También en vacas lecheras Lucy

(2008) argumentó que después del parto, ellas permanecen en un estado catabólico, presentando niveles elevados en sangre de GH, ácidos grasos no esterificados (NEFAs) y de β hidroxibutirato (Oba et al., 2001) y bajos niveles de IGF-1 de insulina y de GnRH.

Wettemann et al., (2003) reportaron que una disminución de la glucosa redujo la liberación de GnRH del hipotálamo. La relación funcional entre la insulina y la GH parece ser de naturaleza anabólica. La GH parece estar asociada con la regulación central del estado metabólico (Mahdi y Khallili, 2008). Estos autores explicaron en su revisión que los folículos ováricos no tienen receptores para GH, aunque esta hormona afecta directamente las células luteales. Cuando la GH se incrementa el animal se encuentra en un estado catabólico y la insulina y la IGF-1 disminuyen, porque la GH promueve el incremento de proteínas de unión de las IFG (IGFBP), lo cual afecta la síntesis de IGF.1 en el hígado (Krajnicakova et al., 1999).

En cuanto a la condición corporal (CC), en vacas Whitman (1975) observó que un elevado porcentaje de vacas que parieron con una buena condición corporal mostraron conducta de estro a los 60 días postparto, independientemente del cambio en su peso corporal. De igual manera, Moore y da Rocha (1983) reportaron en las vacas Gyr durante el postparto y que fueron alimentadas con una dieta baja en energía retornaron al estro tan pronto como las alimentadas con una dieta alta en energía (59 vs 54 días respectivamente). Sin embargo, Richards et al (1986) indicaron que si las vacas paren con una CC mayor de 5.0 puntos, el consumo de nutrientes en el postparto tuvo muy poca o no influyó el tiempo para retornar al primer estro postparto. Por el contrario, Ruttler y Randel (1984) encontraron que las

vacas que parieron con una buena CC y se alimentaron con dietas bajas en energía tuvieron un APP más largo que aquellas alimentadas con una dieta alta en energía.

De manera general, los argumentos vertidos anteriormente nos sugieren fuertemente que la nutrición a que son sometidos los animales antes del parto y durante el postparto, además de la baja CC de los mismos puede influenciar de manera importante la duración del APP

2.1.5. Influencia de las interacciones socio-sexuales

La presencia de un toro durante el posparto en vacas productoras de carne, se ha utilizado para reducir el intervalo de APP (Zalesky et al., 1984). Así, las vacas expuestas a toros desde 3 a 83 días posparto tuvieron un APP corto (43 días), mientras que en las vacas que estuvieron expuestas a toros hasta 53 a 83 días posparto tuvieron APP más largo (63 días).

En las ovejas, Lassoued et al., (2004) encontraron que el 100% de las hembras que estuvieron en presencia permanente del carnero durante el posparto ovularon al menos una vez antes del día 100 postparto, en comparación con sólo el 50% de las hembras que no tuvieron la presencia del carnero. En las cabras durante el postparto se desconoce si el interactuar con un macho sexualmente activo o realizarles un efecto macho podría estimular la conducta sexual de las mismas. Aunque resultados recientes sugieren un efecto estimulante de la presencia del macho cabrió sobre el retorno de las ovulaciones postparto (Delgadillo et al., 2020). De igual manera, se desconoce si en las cabras en el postparto que son mantenidas en pastoreo si una complementación energética con maíz pudiera influenciar la respuesta estral debido al efecto macho.

Capítulo III MATERIAL Y MÉTODOS

Consideración Ética

Los procedimientos y manejos aplicados en los animales de la presente tesis no incluyeron dolor, angustia o cualquier otro estado de sufrimiento. En efecto, todos los manejos compilaron con lo descrito en la Norma Oficial Mexicana para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio (NOM-062-ZOO-1999; SAGARPA, 2001).

3.1. Lugar del Experimento

El trabajo de campo de la presente tesis se llevó a cabo en el ejido Filipinas en el municipio de Matamoros Coahuila con un caprinocultor cooperante. Este ejido se encuentra en la Comarca Lagunera de Coahuila a una altitud de 1,129 metros sobre nivel del mar con una latitud de 26° Norte. Esta región está considerada como una región semi-árida en el norte de México. La temperatura media anual es de 22 a 24°C y la precipitación promedio en el año es de 230 mm.

3.2. Sujetos y Grupos Experimentales

Para este trabajo de tesis se emplearon 21 cabras multíparas criollas que se encontraban en el postparto y amamantando a sus cabritos (1.3 cabritos/hembra). Cada día, el amamantamiento de los cabritos se realizó cuando las cabras retornaban del pastoreo. Las crías que normalmente permanecían en el corral, se reunían con sus madres y estuvieron con ella durante toda la noche y hasta antes de salir al pastoreo nuevamente por la mañana.

La fecha promedio del parto en estas cabras se registró el 30 de septiembre del 2018 \pm 1.0 día. Después del parto, utilizando un diseño completamente al azar cada madre fue asignada a uno de 2 grupos experimentales. A un grupo de cabras postparto se le mantuvo con solo lo disponible en las áreas de pastoreo (grupo Testigo; n =10). Los animales salían al pastoreo a las 09:00 h y regresaban a las 17:00 h del día. En esas áreas de pastoreo las especies de forrajes disponibles se encuentran: arbustivas (*Prosopis glandulosa*, *Acacia farneciana*, *Atriplex acantocarpa*, *Agave scabra* y *Mimosa biuncifera*), plantas herbáceas (*Heliantus ciliaris*, *Salsola kali*, y *Solanum elaeagnilolium*) y gramíneas (*Sorghum halepense*, *Chloris virgata*, *Setaria verticillata*, *Eragrostis pectinacea*, *Bouteloua curtipendula*, *Aristida purpurea* y *Bouteloua barbata*.

En otro grupo de cabras postparto también se le mantuvo con lo disponible en el pastoreo, sin embargo, a este grupo desde el parto y hasta el final del estudio se les ofreció en promedio 0.5 kg de maíz rolado por las tardes al regreso del pastoreo (grupo Maíz; n = 11). El maíz ofrecido aportó 87.3 g de PC/kg de MS y 3.06 Mcal de EM/ kg de MS. En los corrales, las cabras de ambos grupos tuvieron acceso libre a agua y sales minerales dispuestas en bloques de 25 kg. Ambos grupos de cabras salían al pastoreo de manera independiente y al regreso eran alojados en corrales diferentes, separados por 70 m uno de otro con el fin de que las hembras de ambos grupos no interactuaran entre ellas.

3.3. Procedimiento Experimental

En promedio, a los 20 días postparto de las hembras, cuando todavía los cabritos se amamantaban de sus madres, las madres fueron puestas en contacto con machos cabríos que mostraban de manera natural intensa actividad sexual. Con el fin de que los machos no penetraran a las madres, a ellos se les colocó un mandil de tela en la región ventral. Continuamente, se supervisaba que los machos tuvieran bien colocados los mandiles. Los machos permanecieron diariamente en contacto con las madres después de ofrecerles el maíz cuando regresaron del pastoreo y hasta la mañana siguiente cuando eran separados de ellas. En total, los machos permanecieron interactuando de esta manera durante 12 días de estudio.

3.4. Conducta estral

Al siguiente día de poner en contacto las hembras con los machos se comenzó a determinar la conducta estral. Para ello, los machos eran intercambiados entre corrales con el fin de estimular a las hembras y durante 1 h se detectó las cabras que estuvieran en celo. La conducta estral se midió por las mañanas y también al regreso del pastoreo. Se consideró que una hembra se encontraba en conducta estral cuando aceptaba la monta del macho (Mauleon y Dautier, 1965). Las cabras que eran detectadas en conducta estral eran removidas del corral para que el macho continuara la búsqueda de otras hembras en estro.

3.5. Variables evaluadas

Con los datos obtenidos de la conducta estral se analizaron y calcularon las siguientes variables:

Porcentaje total de cabras en conducta estral: Es el número total de cabras en cada grupo que mostraron celo durante los 12 días que permanecieron en contacto con los machos cabríos.

Duración de la conducta estral: Es el tiempo total en horas en que las cabras permanecían receptivas al macho durante las determinaciones de la conducta estral.

Porcentaje acumulado de cabras en conducta estral: Es la proporción acumulada de cabras que iban mostrando conducta estral durante el transcurso de los 12 días que permanecieron con los machos.

3.6. Análisis de datos

El porcentaje total de cabras en celo durante los 12 días que estuvieron con los machos se compararon entre grupos con una Chi-cuadrada. El porcentaje acumulado de celos fue analizado utilizando una prueba de Kolmogorov-Smirnov para distribuciones acumuladas. Por último, la duración de la conducta estral se comparó entre grupos con una prueba de U de Mann-Whitney. Los resultados son expresados en porcentajes y en otra variable en promedio \pm error estándar de la media (EEM). Se consideró un valor de probabilidad (P) de ≤ 0.05 para indicar diferencia significativa entre grupos. Todos los análisis se realizaron usando el software SYSTAT 13 (Systat Software, San Jose, CA).

Capítulo IV RESULTADOS

4.1. Porcentaje total de cabras en conducta estral.

En la Figura 1, se aprecia de manera muy clara que el número total de cabras que mostraron conducta estral durante los 12 días que estuvieron en contacto con los machos no fue diferente entre el grupo Testigo y el grupo Maíz (70%, 7/10 y 91%, 10/11, respectivamente (Fig. 1; $P > 0.05$).

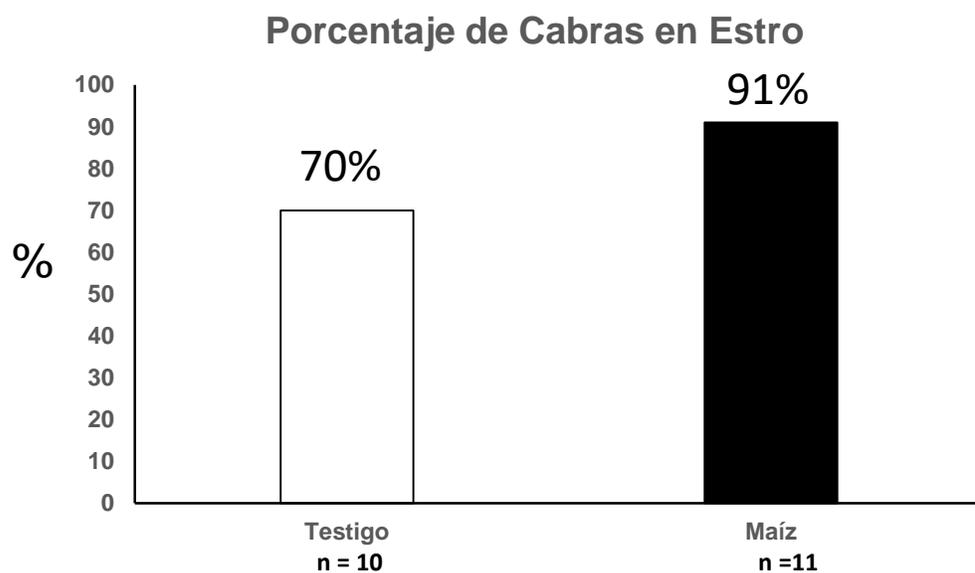


Figura 1 Porcentaje total de cabras que mostraron conducta estral durante los 12 días en que los machos cabríos permanecieron con las cabras a partir del día 20 postparto. Las cabras del grupo Testigo fueron alimentadas solo con lo obtenido del pastoreo. Las cabras Maíz, además del pastoreo ellas recibieron en promedio 0.5 kg de maíz roado por las tardes al regreso del pastoreo.

4.2. Duración de la conducta estral

La duración de la conducta estral postparto inducida por el efecto macho se observa en la siguiente Figura 2. En ella se denota que no existió diferencia en esta duración entre las cabras del grupo Testigo (33.0 ± 3.0 h) y las cabras del grupo Maíz (38.4 ± 7.0 h; $P > 0.05$).

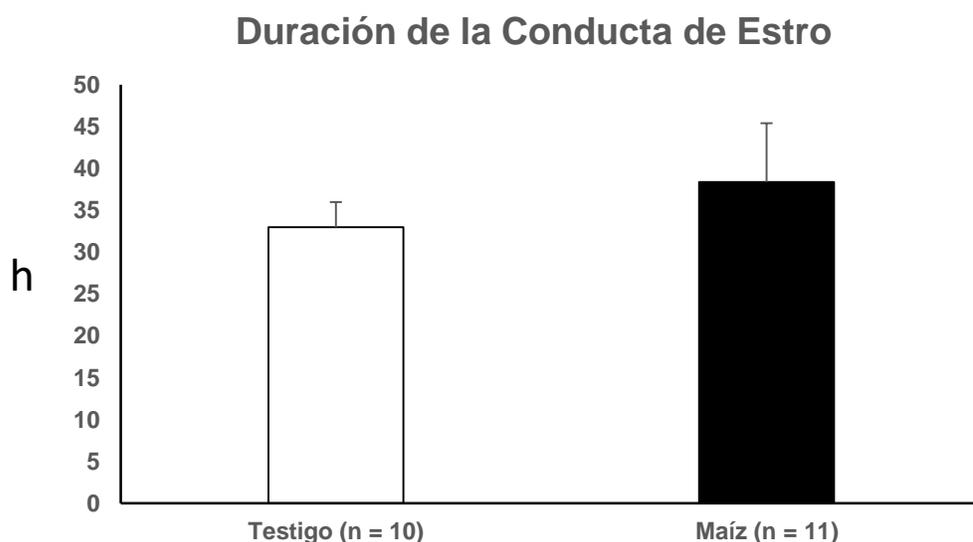


Figura 2 Duración promedio (\pm EEM) de la conducta estral mostrada por las cabras en respuesta a la introducción de machos cabríos sexualmente activos de manera natural. Las cabras del grupo Testigo fueron alimentadas solo con lo obtenido del pastoreo. Las cabras Maíz, además del pastoreo ellas recibieron en promedio 0.5 kg de maíz rolado por las tardes al regreso del pastoreo.

4.3. Porcentaje acumulado de cabras en conducta estral

Por último, se analizó el porcentaje de cabras diario que fue mostrando celo en el transcurso de los 12 días que estuvieron los machos con las hembras (Figura 3). En ella, se observó que un mayor porcentaje de cabras del grupo Maíz mostraron

celo más pronto que en el grupo de cabras Testigo (prueba de Kolmogorov-Smirnov $P < 0.0001$).

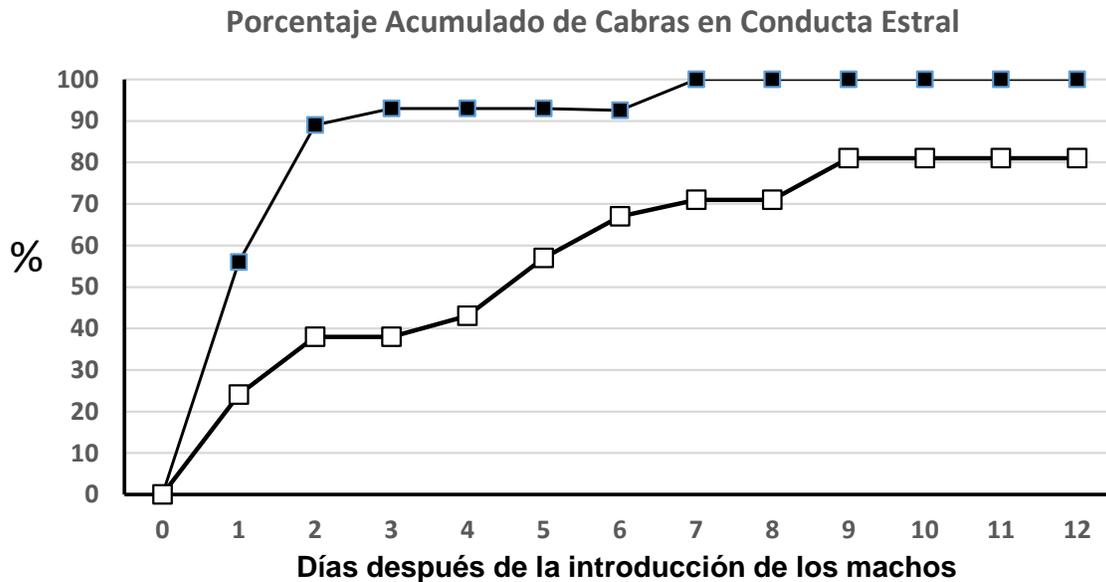


Figura 3 Porcentaje acumulado de cabras que mostraron celo en el grupo Testigo (□) y en las del grupo Maíz (■) durante los 13 días que permanecieron con los machos. Las cabras del grupo Testigo fueron alimentadas solo con lo obtenido del pastoreo. Las cabras Maíz, además del pastoreo ellas recibieron en promedio 0.5 kg de maíz rolando por las tardes al regreso del pastoreo. Este porcentaje se presentó mayor en las cabras del grupo Testigo que en las del grupo Maíz ($P < 0.0001$).

Capítulo V DISCUSIÓN

Los resultados descritos en el presente estudio, muestran que, en las cabras mantenidas en pastoreo, que paren en el otoño y que se encuentran amamantando a sus crías la complementación con maíz acelera la respuesta estral inducida por el efecto macho. Sin embargo, ni el número total de hembras en celo, ni la duración del celo fue diferente entre grupos.

Al realizar una aproximación de la probable duración del APP de las cabras del presente estudio se verifica que fue de 30 días. Esta duración es menor a cuando partos ocurren en octubre y se determina diariamente las cabras en celo (por introducción diaria de un macho) además de que las crías fueron destetadas a los 2 días de vida, en cuyo caso la duración del APP fue de aproximadamente 50 días (Delgadillo et al., 1998). Esta diferencia muy probablemente se deba a que en el presente estudio a pesar de que las cabras interactuaban con sus crías desde las 19:00 hrs hasta las 09:00 hrs del día siguiente fueron capaces de responder al efecto macho. Este resultado es nuevo, pues en esta especie hasta hoy no se habían reportado en la literatura resultados similares. De igual forma, en las ovejas en postparto de raza Barbarine se observó que aquellas que tuvieron presencia del carnero durante el postparto ovularon más pronto (20 días postparto) que aquellas ovejas que permanecieron aisladas del carnero (50 días postparto; Lassoued et al., 2004). Estos autores concluyeron que la presencia continua de los carneros podría acelerar sustancialmente el reinicio de la actividad sexual postparto cuando paren en el otoño.

En el presente estudio tomando en cuenta el número total de cabras de ambos grupos, cerca del 80% de ellas respondieron al macho mostrando conducta estral en los 12 días de contacto. Este resultado es diferente a cuando se realiza efecto macho en cabras anovulatorias estacionalmente y que no amamantan a sus crías, en las cuales el 100% de las cabras respondió con celo al macho en los primeros 11 días de contacto con el (Flores et al., 2000; Salgado, 2019). Esta diferencia está explicada por diferentes factores por mencionar en nuestro estudio con hembras postparto: el posible efecto de la no completa involución uterina, el efecto del amamantamiento de las crías, la producción de leche y muy probablemente un balance negativo de energía. En cambio, en las cabras en anestro estacional solo tienen la inhibición de la estación de anestro y por ello son más sensibles a responder al macho. Sin embargo, la duración del celo en las cabras del presente estudio independientemente de la complementación con maíz (35 h) es muy similar a las reportadas en cabras estacionalmente anovulatorias (36 h; Salgado, 2019).

En el presente, se observó que un elevado porcentaje de cabras (> 80%) del grupo Maíz mostraron conducta estral ya a los 2 días de tener contacto con los machos, en cambio, solo el 40% de las cabras Testigo mostraron celo. Esto representa que la respuesta al macho fue más acelerada en las cabras Maíz que en las no complementadas. En cabras en anestro estacional mantenidas en pastoreo se observó el mismo efecto. Así, cuando a las cabras se les ofreció un complemento alimenticio, ellas responden más rápido a los machos en los primeros 14 días de contacto que las cabras no complementadas (De Santiago et al., 2008). En el presente es muy posible que la disposición de fuente de energía como lo fue el maíz ofrecido cubrió en parte los requerimientos nutricionales (mantenimiento y

producción de leche) de las cabras y ello posiblemente las volvió más sensibles al estímulo del macho. En efecto el almidón contenido en el maíz es una fuente de energía que se ha demostrado tiene efectos sobre el metabolismo del animal por mencionar incrementa la glicemia.

Capítulo VI

CONCLUSIÓN

Los resultados de la presente tesis demuestran que en las cabras lactantes en pastoreo que paren en el otoño, la complementación con maíz a partir del día del parto estimula la pronta presentación de la actividad estral en respuesta al efecto macho.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bao, B., Thomas, M. G., Griffith, M. K., Burghardt, R. C., Williams, G. L. 1995. Steroidogenic activity, insulin-like-growth factor I production, and proliferation of granulosa and theca cells obtained from dominant pre-ovulatory and non-ovulatory follicles during the bovine estrous cycle: effects of low-density and high-density lipoproteins. In *Biology Reproduction*, 53: 1271-1279.

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

Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology*. 52: 727-737.

Delgadillo, J.A., Martin, G.B, 2015. Alternative methods for control of reproduction in small ruminants: A focus on the needs of grazing industries. *Anim Front* 5:57-65.

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., Hernández, H., Abecia, J., Keller, M., Chemineau, P. 2020. Is it time to reconsider the relative weight of sociosexual relationships compared with

photoperiod in the control of reproduction of small ruminant females? (Review)
Domestic Animal Endocrinology Vol. 73. 106468.

De Santiago, M. A., Rivas, R., Muñoz, M., Malpaux, B., Scaramuzzi, R. J., Delgadillo, J. Á. 2008. The ovulation rate in anoestrous female goats managed under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. In *Animal Reproduction Science*. 105(3-4): 409-416.

Diskin, M. G., Mackey, D. R., Roche, J. F., Screenan, J. M. 2003. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. In *Animal Reproduction Science*. 78: 345-370.

Duarte, G., Flores, J.A., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domest. Anim. Endocrinol.* 35: 362-370.

Duarte, G., Nava, M.P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 120: 65-70.

Edgerton, L.A. 1980. Effect of lactation upon the postpartum interval. *J Anim Sci*; 51 Suppl 2:40-52. PMID: 6765313.

Faraz, A., Waheed, A., Nazir, M.M., Hameed, A., Tauquir, N.A., Mirza, R. H., Ishaq, H. M., Bilal, R.M. 2020. Impact of oxytocin administration on milk quality, Reproductive performance and residual effects in dairy animals-A Review. In *Punjab University Journal of Zoology*, 35 (1): 61-67.

Fletcher, I.C., Lindsay, D.R. 1971. Effect of rams on the duration of oestrous behavior in ewes. *J. Reprod. Fertil.* 25: 253-9.

Flores, J.A., Véliz, F.G., Pérez, J.A., Martínez, G., Chemineau, P., Poidron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biology of Reproduction.* 62: 1409-1414.

González, S.C. 1993. Comportamiento reproductivo de ovejas y cabras tropicales In *Revista Científica- FCV-LUZ.* 3(3): 173-195.

Joshi, A., Kalauni, D., Bhattarai, N. 2018. Factors affecting productive and reproductive traits of indigenous goats in Nepal. In *Archives of Veterinary Science and Medicine.* 1 (1): 19-27.

Krajničáková, M., Bekeová, E., Lenhardt, L., Cigánková, V., Valocky, I., Maraček, I. 1999. Microscopic analysis of the uterine endometrium in postparturient ewes. In *Acta Veterinaria Brno.* 68: 9-12.

Lamb, G.C., Miller, B.C., 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.* Aug;77(8):2207-18. doi: 10.2527/1999.7782207x.

Lassoued, N., Naouali, M., Khaldi, G., Rekik, M. 2004. Influence of the permanente presence of rams on the resumption of sexual activity in pospartum Barbarine ewes. *Small Ruminant Research*. 54: 25-31.

Lucy, M. C. 2008. Functional differences in the growth hormone and insulin-like growth factor axis in cattle and pigs: implications for post-partum nutrition and reproduction. In *Reproduction Domestic Animal*. 43: 31-39.

Mbayahaga, J., Mandiki, S. N. M., Bister, J. L., Paquay, R. 1998. Body weight, oestrous and ovarian activity in local Burundian ewes and goats after parturition in the dry season. In *Animal Reproduction Science*. 51: 289-300.

Madureira, E. H., Fernandes, R. H. R., Rossa, L. A. F., Pimentel, J. R. V., Braga, F. A., Pardo, F. J. 2006. Anestro pós-parto em bovinos: ¿a suplementação com óleos vegetais pode ser útil para encurtá-lo? In: *Simpósio Internacional de reprodução animal aplicada*. Londrina. p. 63-70.

McNeilly, A. S. 2001. Lactational control of reproduction. *Reprod. Fert. Develop.* 13: 530-590.

Mahdi, D., Khallili, 2008. K. Relationship between follicle growth and circulating gonadotrophin levels during postnatal development of sheep. In *Animal Reproduction Science*, 106:100-112.

Mauleon, P., Dauzier, L. 1965. Variations de durée de 1 anoestrus de lactation chez les brebis de Race Ile-de-France. *Annales Biologie Animale Biochimie. Biophysique*. 5: 131-43.

Monje, A. R., Alberio, R., Schiersmann, G., Chedrese, J., Carou, N., Callejas, S. S. 1992. Male effect on the post-partum sexual activity of cows maintained on two nutritional levels. In *Animal Reproduction Science*. 29(1-2): 145-156.

Moore, C. P., Da Rocha, C.M.C. 1983. Reproductive performance of Gyr cows: The effect of weaning age of calves and postpartum energy intake. *J. Anim. Sci.* 57: 807.

NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington. DC.

NORMA Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. SECRETARIA DE GOBERNACION.

Oba, E., Souza, M. I. L., Uribe-Velasquez, L. F. V., Ramos, A. A. 2001. Concentrações plasmáticas e ritmo circadiano de cortisol e prolactina (PRL) em ovelhas, durante a anestro estacional. In *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia*. 4(2): 169-174.

Oliveira, T. S., Rodrigues, M. T., Lima, M. C., Vieira, R. A. M., Oliveira, V. S., De, Alves, T. M. O. 2013. Variação das massas de gordura e proteína corporal e dos órgãos viscerais de cabras Alpinas nos 60 dias de lactação. In *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 14(4): 672-683.

Peters, A.R., Lamming, G.E. 1990. Lactational anoestrus in farm animals. In: "Oxford Reviews of Reproductive Biology", S.R. Milligan Eds. 12: 245-287.

Pijoan, P.J., Williams, H. HL1. 1985. The effect of light environment on postpartum reproductive activity and prolactin levels in two breeds of sheep. *Br. Vet. J.* 141: 272-281.

Ramírez, S., Bedos, M., Chasles, M., Hernández, H., Flores, J. A., Vielma, J., Duarte, G., Retana, M. S., Keller, M., Chemineau, P., Delgadillo, J. A. 2017. Fifteen minutes of daily contact with sexually active male induces ovulation but delays its timing in seasonally anestrous goats. In *Theriogenology*. 87: 148-153.

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

Rutter, L.M., Randel, R.D. 1984. Postpartum nutrient intake and body condition: effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 58:265.

Salgado, M.A. 2019. Comparación de la respuesta sexual al efecto macho en cabras estacionalmente anovulatorias y en cabras anovulatorias durante el postparto temprano. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp. 37.

Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones Técnicas Para La Producción, Cuidado Y Uso De Los Animales De Laboratorio. Diario Oficial de la Federación.

Salmito, C. S. B., Marques, A. P. 2004. Involução uterina em cabras sem raça definida. In Revista Brasileira de Reprodução Animal. 28(3): 278-281.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2021. Población caprina en México 2010-2021. Recuperado el 15 de febrero del 2023 https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412565/caprino_2017.pdf.

Sharpe, P.H, Macgregor, H.E., Armstrong, D.T. 1986. Superovulation of ewes with constant subcutaneous infusion of follicle stimulating hormone. Proc. 18th ASRB annual conference, Australia 57.

Schirar, A., Meusnier, C., Paly, J., Levasseur, M.C., Martinet, J. 1989. Resumption of ovarian activity in post-partum ewes: role of the uterus. In Animal Reproduction Science. 19 (1-2): 79-89.

Silveira, A., Spoon, R.A., Ryan, D.P., Williams, G.L. 1993. BIOL. REPROD. 49, 1338-1346. Evidence for Maternal Behavior as a Requisite Link in Suckling-Mediated Anovulation in Cows'.

Sinclair, K.D., Molle, G., Revilla, R., Roche, J.F., Quintans, G., Marongui, L., Sanz, A., Mackey, D.R., Diskin, M.G., 2002. Ovulation of the first dominant follicle arising after day 21 post partum in suckling beef cows. Anim. Sci. 75, 115–126

Wheeler, M.B., Anderson, G.B., BonDurant, R.H., Stabenfeldt, G.H. 1982. Postpartum ovarian function and fertility in beef cattle that produce twins. *J. Anim. Sci.* 54, 589-593.

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.* 81(E. Suppl.2): E48–E59. Available: <http://www.asas.org/symposia/03esupp2/jas2389.pdf>. Accessed Mar. 26, 2003.

Wettemann, R.P., Turman, E.J., Wyatt, R.D., Totusek, R. 1978. Influence of suckling intensity on reproductive performance of range cows. *J Anim Sci*; 47(2): 342-346.

Williams, G. L., Stanko, R. L. 1999. Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. In *Proceedings of the American Society of Animal Science*.

Williams, G.L., Griffith, M.K. 1995. Sensory and behavioural control of gonadotrophin secretion during suckling-mediated anovulation in cows. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, 49: 463-475.

Whitman, R.W. 1975. Weight change, body condition and beef-cow reproduction. Ph. D. Dissertation, Colorado State Univ., Fort Collins.

Zalesky, D.D., Day, M.L., García, W.M., Imakawa, K., Kittok, R.V., Occhio, M.J.D., Kinder, J.E. 1984. Influence of exposure to bulls on resumption of oestrus cycles following parturition. *J. Anim. Sci.* 59: 135-1139.