

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



Efecto de la progesterona exógena más hCG sobre la respuesta estral y ovárica
al inicio y final del anestro estacional.

Por:

ALBERTO CHÁVEZ MENDIAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2018

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

Efecto de la progesterona exógena más hCG sobre la respuesta estral y ovárica al inicio y final del anestro estacional.

Por:

ALBERTO CHÁVEZ MENDIAS

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. Francisco Gerardo Véliz Deras Presidente	 Dr. Oscar Ángel García Vocal
 M.C. Alan Sebastián Alvarado Espino Vocal	 Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán Vocal Suplente


MVZ. J. Guadalupe Rodríguez Martínez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal


Coordinación de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2018

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

Efecto de la progesterona exógena más hCG sobre la respuesta estral y ovárica al inicio y final del anestro estacional.

Por:

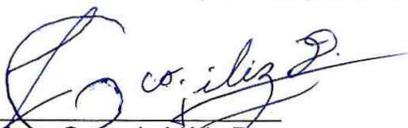
ALBERTO CHÁVEZ MENDIAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

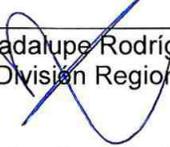
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras
Asesor Principal Interno


M.C. Alan Sebastián Alvarado Espino
Asesor Externo


Dr. Oscar Ángel García
Coasesor


MVZ. J. Guadalupe Rodríguez Martínez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2018

Agradecimientos

A Dios por permitirme llegar a esta etapa de mi vida.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por la oportunidad que me brindó para formarme como profesionista.

A todos mis profesores por las enseñanzas y experiencias compartidas.

Al **M.V.Z Alvaro Quezada Parra**, por su apoyo y enseñanzas a lo largo de la carrera.

A la **M.V.Z Karla Martínez Armendáriz** por la motivación y la ayuda para finalizar este proyecto.

Al **M.C. Alan Sebastián Alvarado Espino** por invitarme a ser parte de este trabajo de tesis.

Dedicatoria

A mi familia por el apoyo incondicional a lo largo de este trayecto.

A mi madre la **Sra. Sandra Mendias Varela** por creer en mí y apoyarme en cada decisión que he tomado en la vida, por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas, la amo mamá.

A mi padre el **Sr. Alberto Chávez Merino** por todas las enseñanzas y consejos que me dio, por los valores que me inculcó, por siempre creer en mí, un fuerte abrazo hasta el cielo papá.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue comparar la respuesta estral, el intervalo al celo y la tasa ovulatoria de las cabras locales de la Comarca Lagunera sincronizadas con P4 más hCG al inicio o al final del anestro estacional. Un grupo de cabras fue tratado Abril (n = 13) y otro en Junio (n = 12). En ambos períodos, las cabras fueron tratadas con 20 mg de P4 por vía IM y 24 h más tarde, las cabras recibieron 100 UI de hCG vía IM (hCG = Día 0). A las 12 h después del Día 0, las cabras fueron revisadas por ecografía transrectal cada 12 h durante los siguientes 5 días después de la aplicación de la hCG. La respuesta estral no difirió estadísticamente ($P > 0.05$). Además, el intervalo al estro y tasa ovulatoria no difirió significativamente entre las cabras sincronizadas en Abril (60.5 ± 12.4 y 2.0 ± 0.0) y Junio (58.0 ± 8.6 y 1.8 ± 0.5) no difirió significativamente ($P > 0.05$). Los presentes resultados demuestran que la aplicación de P4 y hCG inducen la respuesta estral y OVÁRICA similar al inicio o final del anestro estacional.

Palabras clave: Anestro, hCG, Progesterona, Estro.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Hipótesis.....	2
1.2. Objetivo.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.- Estacionalidad.....	3
2.2.-Ciclo estral.....	4
2.2.1-Proestro.....	4
2.2.2.- Estro.....	4
2.2.3.- Metaestro.....	5
2.2.4.- Diestro.....	5
2.3.- Sincronización del estro y la ovulación durante la estación no reproductiva.....	5
2.3.1- Progesterona inyectable y gonadotropinas.....	6
2.4.- Efecto de la estación sobre la sincronización del estro en las cabras.....	6
3.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
3.1- Localización y manejo de los animales.....	7
3.2.-Diseño experimental.....	7
3.3.- Sincronización del estro.....	8
3.4 Variables evaluadas.....	8
3.5.-Análisis estadístico.....	8
4.- RESULTADOS.....	8
5.- DISCUSIÓN.....	9
6.- CONCLUSIÓN.....	10
7.- BIBLIOGRAFÍA.....	11
LISTA DE ABREVIATURAS.....	16

Índice de cuadros

Cuadro1.

Respuesta estral y ovárica de las cabras multirraciales sometidas al tratamiento al inicio (abril) y al final (junio) del anestro estacional en la Comarca Lagunera (26°LN).

.....

9

1. INTRODUCCIÓN

Las cabras locales de la Comarca Lagunera son poliéstricas estacionales, presentando una estación reproductiva que va desde finales de julio a principios de febrero y una estación de anestro que ocurre desde finales de febrero a principios de junio (Carrillo *et al.*, 2017). Lo anterior, ocasiona que haya amplias fluctuaciones estacionales tanto en la producción de leche como de carne, provocando una gran oscilación en los precios de los productos (Chemineau *et al.*, 2008).

Para contrarrestar el anestro estacional, una alternativa son los protocolos hormonales que inducen el estro y la ovulación en las cabras acíclicas (Abecia *et al.*, 2012). Estos protocolos se basan en la aplicación de P4 natural o sintética más la combinación de gonadotropinas como eCG ó hCG o estradiol (E2) (Fonseca *et al.*, 2005; Menchaca *et al.*, 2007). La P4 se administra normalmente mediante dispositivos intravaginales impregnados con MAP o FGA o P4 (CIDR). Recientemente se demostró que una inyección de 20 mg de P4 seguida por la aplicación de 100 UI de hCG a las 24 h eran suficientes para sincronizar el estro y la ovulación en cabras Alpinas durante el período de transición del anestro a la estación reproductiva (Alvarado-Espino *et al.*, 2016). Con este tratamiento, la respuesta estral es del 100% y el intervalo al estro de 53 ± 2.2 h luego de la inyección de la hCG. Si bien la respuesta estral y ovárica obtenida en las cabras luego de la sincronización puede considerarse aceptable, ciertos factores como la etapa del anestro o la estación en que se aplica el tratamiento pueden modificar la respuesta sexual de las cabras ya que durante el anestro, el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas se encuentra fuertemente inhibido por acción de E2 sobre la producción de GnRH, sin embargo, conforme se acerca la estación sexual, la hembras son menos sensibles al efecto negativo del estradiol, incrementándose la pulsabilidad de LH y el desarrollo folicular (Cheminaeu *et al.*, 1981; Pierson *et al.*, 2001). Por lo cual sería interesante determinar cómo es la respuesta estral de las cabras sincronizadas con P4 más hCG al inicio y al final del anestro.

1.1. Hipótesis

Ya que al inicio del anestro el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas se encuentra inhibido por el E2 sobre la secreción de GnRH, la respuesta estral de las cabras sincronizadas con P4 más hCG al inicio del anestro será menor que la de las cabras sincronizadas al final del anestro.

1.2. Objetivo

Comparar la respuesta estral, el intervalo al celo y la tasa ovulatoria de las cabras locales de la Comarca Lagunera sincronizadas al inicio o al final del anestro estacional.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Estacionalidad

La estacionalidad reproductiva es utilizada por algunos animales como una estrategia para minimizar los impactos negativos del ambiente tales como la temperatura, la humedad y la disponibilidad de alimento sobre la sobrevivencia de las crías (Arroyo, 2011). El inicio de la estación reproductiva depende de la duración de la gestación de tal modo que el nacimiento de las crías ocurra en la época más favorable que usualmente es la primavera (Arroyo, 2011). En las cabras el principal regulador de este mecanismo es el fotoperíodo (Duarte *et al.*, 2010). La información de la cantidad de horas luz es percibida por los fotoreceptores de la retina los cuales envían la información al núcleo supraquiasmático y este a la glándula pineal, la cual convierte esta señal nerviosa en una señal endocrina a través de la secreción nocturna de melatonina (Goodman *et al.*, 2004). El aumento en la cantidad de melatonina secretada durante los días cortos estimula la secreción de GnRH provocando el desarrollo folicular, la ovulación y la formación del cuerpo lúteo (Blaszczyk *et al.*, 2004).

En latitudes templadas, la mayor parte de las razas son anovulatorias durante la primavera y el inicio del verano y comienzan a ciclar cuando la duración del día disminuye lo que generalmente ocurre al final del verano y el otoño. Las mayoría de las cabras lecheras como las Toggenburg, Saanen, Alpinas y La Mancha comienzan a ciclar a finales de junio, alcanzando su máximo de septiembre a noviembre y comienza a declinar en diciembre cuando la duración del día comienza a incrementarse (Amoah *et al.*, 1996). Por otra parte, las cabras Nubias tienen una época reproductiva más larga que dura 8 a 11 meses (Amoah *et al.*, 1996; Hafez, 1996). En las cabras de la Comarca Lagunera el período de anestro comienza en Marzo a julio y comienzan a ciclar de agosto a finales de febrero (Duarte *et al.*, 2008).

2.2. Ciclo estral

La cabra es un animal poliéstrico estacional, que presenta actividad estral cuando la duración del día va disminuyendo y conforme la duración de la luz del día aumenta, la actividad estral se detiene (Amoah *et al.*, 1996). El ciclo estral consiste en todos los cambios morfológicos y fisiológicos en los ovarios y el tracto reproductivo entre un celo y otro. La duración del ciclo estral es definida por el intervalo entre dos ciclos estrales sucesivos o dos ovulaciones sucesivas que generalmente ocurren cada 21 días (Fatet *et al.*, 2011). El ciclo estral se divide en 4 fases denominadas Proestro, Estro, Metaestro y Diestro.

2.2.1. Proestro

Corresponde al período de reclutamiento, selección y dominancia folicular y se caracteriza por un aumento en las concentraciones de estradiol, producidas por los folículos ováricos en desarrollo (Fatet *et al.*, 2011).

2.2.2. Estro

Durante esta fase, los altos niveles de estradiol inducen cambios en el comportamiento de la cabra, haciéndola más receptiva al macho. Algunos de los cambios conductuales de la cabras son inquietud, bala con frecuencia y agitan la cola de manera constante y rápida; es posible que se reduzcan el apetito y la producción de leche, la vulva se observa edematosa y es evidente una secreción de moco por la vagina y permite que el macho la monte (Hafez, 1996). Esta fase dura de 24 a 48 h, tal duración es influenciada por la raza, edad, estación del año y presencia del macho. Además de los cambios antes mencionados, el estradiol, secretado por el folículo dominante, estimula la secreción de GnRH la que a su vez estimula la secreción de LH provocando la ovulación, la cual ocurre al final del estro (Ben Säid *et al.*, 2007).

2.2.3. Metaestro

Esta etapa inicia cuando ha terminado la receptividad sexual y comienza a formarse el CL. Corresponde al período de transición entre la predominancia estrogénica y el incremento en las concentraciones de P4 (Galina, 2009).

2.2.4 Diestro

Se considera la etapa más larga del ciclo estral (15 d) y se caracteriza por la plena funcionalidad del CL. Durante esta fase, la P4 alcanza sus máximas concentraciones por el día 9 del ciclo estral; al término del diestro, se inicia un mecanismo de retroalimentación positiva para la secreción de PGF2 α y destruir el CL cuando no ocurrió una fertilización (Galina, 2009).

2.3. Sincronización del estro y la ovulación durante la estación no reproductiva

Durante el estación no reproductiva, la sincronización del estro en cabras se consigue mediante la administración de P4 exógena (Wildeus, 2000). Los progestágenos o P4 natural son aplicados intravaginalmente mediante esponjas o dispositivos de liberación controlada (CIDR), respectivamente por 5 a 11 días. Además de los dispositivos intravaginales, otras formas de administrar la P4 es a través de implantes o el alimento (Whitley y Jackson, 2004). Sin embargo, debido a que la P4 por sí sola induce una pobre respuesta estral en las cabras acíclicas, al finalizar el tratamiento con P4 se debe administrar eCG, hCG o estradiol para inducir el crecimiento folicular y la ovulación (Menchaca *et al.*, 2007; Contreras-Villarreal *et al.*, 2016). Lo anterior, debido a que estas hormonas estimulan el desarrollo folicular o el pico preovulatorio de LH asistiendo en el desarrollo final del folículo dominante (Menchaca *et al.*, 2007). La otra hormona que también es utilizada en los protocolos de sincronización en cabras aunque en menor medida es la hCG (Navanukraw *et al.*, 2014), ejerciendo un efecto similar al de la LH sobre el folículo dominante (Navanukraw *et al.*, 2014).

A pesar de la diversidad de las formulaciones de la P4 y sus vías de administración, todas ellas han demostrado su eficacia para sincronizar el estro en

las cabras. En un estudio, Motlomelo *et al.* (2002) compararon el uso de MAP, FGA y el CIDR administrados por 16 d más 300 UI de eCG al retirar los dispositivos sobre la respuesta estral en cabras Boer e Indígenas, encontrando que la mayoría de las cabras presentaron estro (97%). Aunque, en las cabras tratadas con CIDR, la manifestación del estro ocurrió más temprano que en las hembras sincronizadas con MAP o FGA (27.2 ± 0.4 h, 32.2 ± 0.5 h y 30.9 ± 0.4 h, $P < 0.05$; respectivamente). A pesar de su eficacia para inducir y sincronizar el estro en las cabras, el uso de esponjas está restringido en algunos países (Lopez-Sebastián *et al.*, 2007). Otra desventaja, es que el uso de estos dispositivos predispone a la aparición de vaginitis, disminuyendo la fertilidad (Manes y Ungerfeld, 2015).

2.3.1. Progesterona inyectable y gonadotropinas

Con el fin de reducir la cantidad de hormonas y la duración de los tratamientos, actualmente existen protocolos de sincronización que consisten en la inyección de una dosis de P4 seguida 24 h después por la aplicación de eCG con resultados similares a los encontrados con el uso de esponjas (Contreras-Villarreal *et al.*, 2016). Así mismo, Alvarado-Espino *et al.* (2016) mencionan que la administración de 100 UI de hCG son suficientes para inducir la ovulación en las cabras acíclicas y más del 70% de gestaciones.

2.4. Efecto de la estación sobre la sincronización del estro en las cabras

En las razas estacionales la estación afecta la fertilidad de las hembras. En las cabras Alpinas sincronizadas durante el anestro estacional, se observa una mayor variabilidad entre el retiro de la esponja y el inicio del celo que en las sincronizadas durante la estación reproductiva (Baril y Vallet, 1990). Igualmente, Pierson *et al.* (2001) notaron que el intervalo al inicio del estro, pico de LH y el momento de la ovulación en cabras enanas al retirar las esponjas con MAP fue diferente en Noviembre, Julio y Marzo. Por otra parte, la temperatura y la lluvia afectan la tasa de concepción y la prolificidad (Mellado y Meza-Herrera, 2002). En cabras de raza lechera y cruzadas bajo un sistema intensivo en la región semiárida del norte de México, la tasa de concepción fue más alta en la primavera

(70%) que durante el verano (62%, $P < 0.001$) (Mellado y Meza-Herrera, 2002). Asimismo, en cabras de la raza Murciano-Granadina el estrés por calor ($\text{THI} > 90$) afectó negativamente la fertilidad (Arrebola *et al.*, 2016) y la gestación tiende a ser menor durante la estación más calurosa.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y manejo de los animales

El presente estudio fue realizado durante los meses de abril y junio en el ejido Santa Fe, municipio de Torreón Coahuila ($25^{\circ}35' \text{ N}$ y $103^{\circ}20' \text{ O}$). La región se caracteriza por presentar un clima semidesértico con temperaturas máximas de 40° C y mínimas cercanas a los 6° C . La alimentación de las cabras consistió en heno de alfalfa a libre acceso y 300 g de alimento concentrado a cada cabra por día (17% PC) durante todo el experimento. El agua y los minerales se ofrecieron a libre acceso.

3.2. Diseño experimental

El experimento se llevó a cabo en 27 cabras multíparas, no cíclicas, con $39.1 \pm 4.4 \text{ kg}$ de peso corporal (media \pm DE) y 2.3 ± 0.4 de condición corporal (CC; 1 emaciado y 5 obeso). Las cabras se dividieron de acuerdo con su peso corporal y CC para ser tratadas durante el anestro temprano (Abril, $n = 13$) y en la última temporada del anestro (Junio, $n = 14$). Los meses elegidos para el estudio se seleccionaron en base a la temporada de anestro de las cabras locales de la Comarca Lagunera, que generalmente se extiende desde finales de marzo hasta principios de agosto (Duarte *et al.*, 2008). El anestro se determinó con dos ecografías por vía transrectal (Aloka SSD 500, transductor 7,5 MHz) realizados con 8 días de diferencia con el segundo justo antes de comenzar los experimentos. Ninguna de las cabras examinadas en abril estaba ciclando (0/13, 0%) mientras que en junio, dos cabras presentaron al menos un CL (2/14, 14.2%, $P = 0.15$) por lo que fueron sacadas del estudio.

3.3. Sincronización del estro

En ambos meses, las cabras fueron sincronizadas de acuerdo al protocolo descrito por Alvarado-Espino *et al.* (2016), el cual consiste en una inyección de 20 mg de progesterona en adyuvante oleoso (0,4 ml; Progesterona, Zoetis, México) administrada i.m. seguida por 100 UI de hCG (0.1 mL; Chorulon, Intervet, México) 24 h después (Día 0). Todas las inyecciones fueron administradas por la mañana.

3.4. Variables evaluadas

Del Día 0 al Día 5 se registró la actividad estral de las hembras dos veces al día (09:00 y 17:00 h) durante 15 min. Las hembras que permanecieron inmóviles a la monta del macho se consideraron en estro. También se registró la latencia al estro después de la aplicación de la hCG. Diez días después, se determinó la actividad ovárica mediante ultrasonografía transrectal para registrar el número de hembras que ovularon (Aloka, SSD 500, Tokio, Japón).

3.5. Análisis estadístico.

La proporción de cabras en estro y que ovularon se analizaron con una prueba de Chi-cuadrada. El intervalo entre la aplicación de la hCG y el inicio del celo se analizó mediante una prueba de t-Student para muestras independientes. La tasa ovulatoria se comparó mediante una prueba de Whitney-Wilcoxon. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico MYSTAT 13. Se aceptó un nivel de significancia $P \leq 0.05$.

4. RESULTADOS.

Los resultados se muestran en el Cuadro 1. la proporción de cabras en estro no fue afectada por el período del anestro. Asimismo, ni el intervalo al estro luego de la aplicación de la hCG ni la tasa ovulatoria fueron afectadas por el mes de tratamiento.

Cuadro 1. Respuesta estral y ovárica de las cabras multirraciales sometidas al tratamiento al inicio (abril) y al final (junio) del anestro estacional en la Comarca Lagunera (26°LN).

	Estro (%)	Intervalo hCG al estro (h)	Tasa ovulatoria
Abril	92 (12/13)	60.5 ± 12.4	2.0 ± 0.0
Junio	100 (12/12)	58.0 ± 8.6	1.8 ± 0.5
Valor <i>P</i>	NS	NS	NS

NS = No significativo

5. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que el período de anestro no modifica el porcentaje de cabras en estro, ni el intervalo al estro ni la tasa ovulatoria ya que más del 96% de las hembras tratadas presentaron estro aproximadamente 60 h después de la administración de hCG. En el presente estudio, no se encontraron diferencias en la respuesta del estro entre cabras tratadas durante abril y junio. Este resultado es similar a los reportados previamente en cabras sincronizadas con esponjas vaginales y eCG o hCG durante la estación no reproductiva o durante la transición a la estación reproductiva, donde las cabras en estro fue de entre 87 a 100% (Dogan *et al.*, 2004; Fonseca *et al.*, 2005; Katz, 2007; Souza *et al.*, 2011). En nuestro estudio, no se detectó ningún efecto del período, ya que el 75% de las cabras tratadas en abril y el 100% de las tratadas en junio entraron en celo entre 48 y 72 h después de la administración de hCG. Del mismo modo, la tasa ovulatoria fue similar en ambos meses. Estudios previos han demostrado que el intervalo entre el estro y el pico preovulatorio de LH es más variable durante el anestro que durante la transición a la temporada reproductiva (Baril y Vallet, 1990; Pierson *et al.*, 2001). Esta variabilidad durante la temporada de anestro se ha atribuido a una menor pulsatilidad de LH, lo que provoca que los folículos necesiten más tiempo para obtener el tamaño ovulatorio, retrasando el aumento de la LH y el momento de la

ovulación; mientras que durante la temporada de reproducción natural, la pulsatilidad de LH y el crecimiento folicular aumentan, y el inicio del celo y el aumento de LH es avanzado (Chemineau *et al.*, 1988; Pierson *et al.*, 2001). En nuestro estudio, la falta de relación entre los períodos de respuesta ovárica puede deberse a que una inyección de P4 y hCG es adecuada para sincronizar la onda folicular y desencadenar la ovulación en ambas fases del anestro. Además, el cebado de P4 en hembras Alpino ovariectomizadas durante la mitad de la temporada no reproductiva resultó en un aumento del comportamiento sexual (Katz, 2007). Por otra parte, las cabras locales en esta latitud muestran un anestro "poco profundo" (Mellado, 2008), y otras señales pueden afectar la longitud y profundidad del anestro (Urrutia-Morales *et al.*, 2016), lo cual pudiera sugerir que las cabras se encontraban en un estado ovárico similar en ambos meses y respondieron a la inyección de P4 más hCG en el anestro temprano y tardío de manera similar.

6. CONCLUSIÓN

Los presentes resultados demuestran que la aplicación de P4 y hCG inducen la respuesta estral y OVÁRICA sin presentar diferencia estadística entre las hembras tratadas al inicio (abril) o final (junio) del anestro estacional.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abecia, J. A., Forcada, F., y González, A. (2012). Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal Reproduction Science*. 130(3), 173-179.
- Alvarado-Espino, A. S., Meza-Herrera, C. A., Carrillo, E., González, V. H., Guillen, J. M., Ángel-García, O., Mellado, M., y Veliz, F. G. (2016). Reproductive outcomes of alpine goats primed with progesterone and treated with human chorionic gonadotropin during the anestrus-to- estrus transition season. *Animal Reproduction Science*. 167, 133-138.
- Amoah, E. A., Gelaye, S., Guthrie, P., y Rexroad, C. E. (1996). Breeding season and aspects of reproduction of female goats. *Journal of Animal Science*. 74(4), 723-728.
- Arrebola, F., Sánchez, M., López, M. D., Rodríguez, M., Pardo, B., Palacios, C., y Abecia, J. A. (2016). Effects of weather and management factors on fertility after artificial insemination in Florida goats: A ten-year study. *Small Ruminant Research*. 137, 47-52.
- Arroyo, J. (2011). Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*. 14, 829-845.
- Baril, G., y Vallet, J. C. (1990). Time of ovulations in dairy goats induced to superovulate with porcine follicle stimulating hormone during and out of breeding season. *Theriogenology*. 34, 303-311.
- Ben Said, S., Lomet, D., Chesneau, D., Lardic, L., Canepa, S., Guillaume, D., y Caraty, A. (2007). Differential estradiol requirement for the induction of estrus

behavior and the luteinizing hormone surge in two breeds of sheep. *Biology of Reproduction*. 76(4), 673-680.

Błaszczuk, B., Udała, J., y Gaczarzewicz, D. (2004). Changes in estradiol, progesterone, melatonin, prolactin and thyroxine concentrations in blood plasma of goats following induced estrus in and outside the natural breeding season. *Small Ruminant Research*. 51(3), 209-219.

Carrillo E., Meza-Herrera, C. A., Luna, J. R., Delgado, R. A., Gaytan, L. R., Angel-García, O., Veliz, F.G., y Contreras, V. (2017). Evaluation of out season estrus induction protocols in progesterone primed mix-breed dairy goats using eCG, GnRH and E2. *Indian Journal of Animal Research*. 0976-0555.

Chemineau, P., Guillaume, D., Migaud, M., Thiéry, J. C., Pellicer-Rubio, M. T., y Malpoux, B. (2008). Seasonality of Reproduction in Mammals: Intimate Regulatory Mechanisms and practical implications. *Reproduction in Domestic Animal*. 2(43), 40-47.

Chemineau, P., Martin, G. B., y Saumande. J. (1988) Seasonal and hormonal control of pulsatile LH secretion in the dairy goat (*capra hircus*). *Journal of Reproduction and Fertility*. 83, 91-98.

Chemineau, P., Gauthier D., Poirer, J. C., y Saumande. J., (1981). Plasma levels of LH, FSH, Prolactin, Estradiol-17 β and Progesterone during natural and induced oestrus in the dairy goat. *Theriogenology*. 17, 313-323.

Contreras, V., Meza-Herrera, C. A., Rivas, R., Ángel-García, O., Luna, J. R., Carrillo, E., Mellado, M., y Veliz. F.G. (2016). Reproductive performance of

seasonally anovular mixed bred dairy goats induced to ovulate with a combination of progesterone an eCG or estradiol. *Animal Science Journal*. 87, 750-755.

Dogan, I., Nur, Z., Gunay, U., Soylu, M., y Sonmez, C. (2004). Comparison of fluorgestone and medroxyprogesterone intravaginal sponges for oestrus synchronization in Saanen does during the transition period. *South African Journal of Animal Science*. 34, 18-22.

Duarte, G., Flores, J. A., Malpaux, B., y Delgadillo, J. A. (2008). Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domestic Animal Endocrinology*. 35, 362-370.

Duarte, G., Nava, M. P., Malpaux, B., y Delgadillo, J. A. (2010). Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Animal Reproduction Science*. 120, 65-70.

Fatet, A., Pellicer, M.T., y Leboeuf B. (2011). Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science*. 124, 211-219.

Fonseca, J. F., Bruschi, J. H., Zambrini, F. N., Demczuk, E., Viana, J. H. M., y Palhão, M. P. (2005). Induction of synchronized estrus in dairy goats with different gonadotrophins. *Animal Reproduction*. 2, 50-53.

Galina, C. (2009). *Reproducción de animales domésticos*, México DF, México, Editorial Limusa. Tercera edición. 94-99, 525-534.

Goodman, R. I., Coolen, L. M., Anderson, G. M., Hardy, M. V., y Connors, J. M. (2004). Evidence that dynorphin plays a major role in mediating progesterone negative feedback on gonadotropine-releasing hormone neurons in sheep. *Endocrinology*. 145(6), 2959-2967.

- Hafez, E. S. E. (1996) *Reproducción e inseminación artificial en animales*, Carolina del Sur, EUA, McGraw Hill. Sexta edición. 311-321.
- Katz, L. S. (2007). Sexual behavior of domesticated ruminants. *Hormonal Behavior*. 52, 56-63.
- López-Sebastian, A., González, A., Carrizosa, J. A., Urrutia-Morales, B., Díaz, C., Santiago, J., y Gómez, A. (2007). New estrus synchronization and artificial insemination protocol for goats based on male exposure, progesterone and cloprostenol during the non-breeding season. *Theriogenology*. 68(8), 1081-1087.
- Mellado, M. (2008). Técnicas para el manejo reproductivo de las cabras en agostadero. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 9, 47–63.
- Mellado, M., y Meza-Herrera, C. (2002). Influence of season and environment on fertility of goats in a hot-arid environment. *The Journal of Agricultural Science*. 138, 97-102.
- Manes, J., y Ungerfeld, R. (2015). Sincronización de celos en ovejas y cabras con dispositivos intravaginales liberadores de progestágenos: alteraciones en ambiente vaginal y su relación con la fertilidad. *Revista Brasileira Reproduccion Animal*. 39(1), 104-108.
- Menchaca, A., Miller, A., Salveraglio, V., Rubianes, E. (2007) Endocrine, luteal and follicular responses after the use of the Short-Term Protocol to synchronize ovulation in goats. *Animal Reproduction Science*. 102, 76-87.

- Motlomelo, K., Greyling, J., y Schwalbach, L. (2002). Synchronisation of oestrus in goats: the use of different progestagen treatments. *Small Ruminant Research*. 45, 45-49.
- Navanukraw, C., Khanthusaeng, V., Kraisoorn, A., y Uriyapongson, S. (2014). Estrous and ovulatory responses following cervical artificial insemination in Thai-native goats given a new or once-used controlled internal drug release with human chorionic gonadotropin. *Tropical Animal Health Production*. 46, 1441-1446.
- Pierson, J. T., Baldassarre, H., Keefer, C. L., y Downey, B. R. (2003). Seasonal variation in preovulatory events associated with synchronization of estrus in dwarf goats. *Theriogenology*. 56, 759-769.
- Sousa, F. C. d., Melo, C. H. S. d., Teles, A. C. d., Avelar, S. R. G., Araripe, A. A. d., Martins, J. A. M., Figueirêdo, V. J. d., y Teixeira, D. Í. A. (2011). Ovarian follicular response to different hormonal stimulation treatments in Canindé goats. *Animal Reproduction Science*. 125, 88-93.
- Urrutia-Morales, J., Meza-Herrera, C. A., Escobar, F. J., Gamez, H. G., Ramirez, B. M., Diaz, M. O. y Gonzalez, A. (2009). Relative roles of photoperiodic and nutritional cues in modulating ovarian activity in goats. *Reproductive Biology*. 9, 283-294.
- Whitley, N. C., y Jackson, D. J. (2004). An update on estrus synchronization in goats: A minor species. *Journal of Animal Science*. 82, 270-276.
- Wildeus, S. (2000). Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *American Society of Animal Science*. 1.

Lista de abreviaturas

eCG	Gonadotropina coriónica equina
hCG	Gonadotropina coriónica humana
E2	Estradiol
P4	Progesterona
MAP	Acetato de medoxiprogesterona
FGA	Acetato de fluorogestona
UI	Unidades internacionales
h	Horas
d	Días
m	Meses
LH	Hormona luteinizante
GnRH	Hormona liberadora de gonadotropinas
CIDR	Dispositivo de aplicación intravaginal de P4
CL	Cuerpo lúteo
IM	Intramuscular
PGF2 α	Prostaglandina F2 α