Manejo Reproductivo del Rebaño

Alan S. Alvarado Espino y Francisco G. Véliz Deras

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.

5 y 6 de octubre, 2015

Manejo Reproductivo del Rebaño

Alan S. Alvarado Espino y Francisco G. Véliz Deras

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.

Introducción

Las cabras fueron la primera especie domesticada como ganado hace aproximadamente 8000 años a. de C. en el territorio que hoy ocupan los países de Iraq e Irán (Hatziminaoglu y Boyazoglu, 2004). Durante siglos, los humanos han utilizado a las cabras para obtener leche, carne, fibras y pieles bajo diferentes condiciones, por lo que tienen gran importancia a nivel mundial debido a su contribución económica en las áreas rurales de los países en desarrollo, contribuyendo de manera sustancial al mantenimiento de las familias (Dubeuf *et al.*, 2004).

Las cabras originarias o adaptadas a regiones subtropicales, muestran un periodo de inactividad sexual durante la primavera y el verano regulado principalmente por el fotoperiodo (Carrillo *et al.*, 2010; Duarte *et al.*, 2008). Como consecuencia, la producción de leche y carne es estacional, convirtiéndose en un factor limitante para los sistemas de producción (Holtz, 2005). Por lo tanto, el conocer de manera precisa su patron de reproductivo y los mecanismos que lo regulan, han hecho posible desarrollar estrategias para mitigar los efectos de la estacionalidad tales como los tratamientos a base de hormonas, la bioestimulacion y la alimentacion.

Importancia del ganado caprino en México

México tiene aproximadamente 8.6 millones de cabras, existiendo una disminución en el inventario desde el 2004 (Figura 1; SIAP, 2013). Esto nos convierte en el segundo país con mayor número en el continente americano solo después de Brasil y el 21° a nivel mundial (FAOSTAT, 2013). En cuanto a producción de leche, en México se generan 150 mil toneladas de leche anualmente y 77 mil toneladas de

carne (SIAP, 2013). En nuestro país, la caprino-cultura se concentra en las regiones áridas y semiáridas, las cuales ocupan 128 millones de ha, lo que representa gran parte del territorio mexicano y donde vive cerca de la mitad de la población y es en estas regiones, donde la caprino-cultura contribuye de manera considerable a la economía de los agricultores (Escareño *et al.*, 2012).

La principal forma de producción caprina es el pastoreo en tierras comunales o sistema extensivo, donde las cabras se alimentan durante todo el año sin ningún tipo de suplementación (Mellado *et al.*, 2003). Este sistema es la base de la producción de leche de cabra, sin embargo, presenta poco nivel de tecnificación y asistencia técnica (Escareño Sánchez *et al.*, 2011). Además, hay estaciones del año donde la producción de leche excede a la demanda del producto y como resultado, los productores enfrentan problemas para vender el producto, lo que dificulta la producción de productos lácteos a gran escala (Escareño *et al.*, 2012).

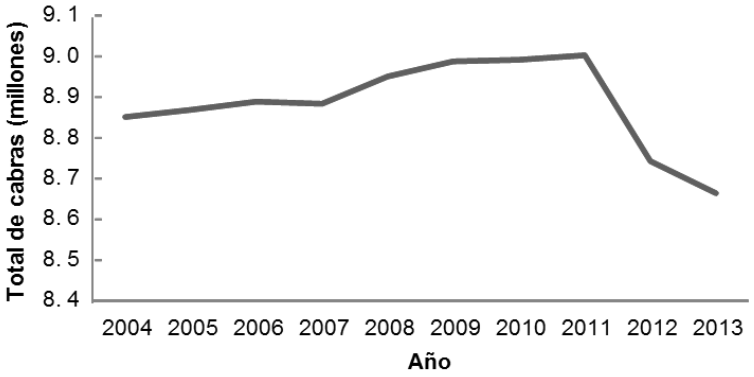

Figura 1. Población caprina entre 2004 y 2013 (SIAP, 2013).

El ciclo estral

El ciclo estral consiste en los cambios morfológicos y fisiológicos de los ovarios y útero que conllevan a la manifestación del estro (fase de receptividad sexual) y la ovulación, la preparación del aparato genital para la copula, la fecundación e implantación del embrión (Fatet et al., 2011). La cabra al igual que la oveja, es considerada poliéstrica estacional (Bartlewski et al., 2011; Fatet et al., 2011). Es

decir, presenta varios ciclos estrales durante la temporada reproductiva (otoño-invierno) y una temporada en la que cesan las manifestaciones de estro y ovulación (primavera-verano) (Rivera-Lozano et al., 2011). Sin embargo, algunas cabras pueden reproducirse durante todo el año (Mellado et al., 2014).

La duración del ciclo estral se define por el intervalo entre dos manifestaciones de estro u ovulaciones sucesivas (Fatet et al., 2011). En la cabra, la duración media es de 21 días pudiendo variar de 18 a 22 dependiendo de la raza, la temporada reproductiva y el medioambiente (Rahman et al., 2008). Se ha reportado la presencia de ciclos estrales menores a 18 días (Greyling, 2000). Estos ciclos cortos se presentan comúnmente al inicio de la temporada reproductiva, seguidos por ciclos de duración normal (21 días) y se deben a un pobre desarrollo y regresión temprana del cuerpo lúteo (CL) (Rahman et al., 2008).

Este patrón cíclico de la actividad sexual se alcanza durante la pubertad. La cual, en la hembra, se define como la edad en la que presenta un celo por primera vez (Greyling, 2000). La edad en que inicia la pubertad es de 6 a 8 meses, sin embargo, existen diversos factores como la época del año en que nacen (primavera-verano, otoño-invierno), el peso, la raza, y la presencia permanente de machos que pueden adelantar o atrasar el inicio de la pubertad (Delgadillo *et al.*, 2007; Greyling, 2000).

Control hormonal del ciclo estral

El control del ciclo estral en las cabras sirve para sincronizar el estro o inducirlo durante el anestro y de esta manera se reproduzcan en un tiempo determinado (Holtz, 2005). La sincronización del estro y la ovulación es primordial para la diseminación de otras tecnologías reproductivas tales como la inseminación artificial (IA), superovulacion y transferencia de embriones (SOTE), sin importar la época del año (Baldassarre y Karatzas, 2004).

Los tratamientos de sincronización e inducción del estro, están basados en los mecanismos fisiológicos del ciclo estral y se centra en la manipulación de las fases folicular y lútea del ciclo estral (Abecia *et al*., 2012). La administración de

progesterona y PGF2α modifican la fase lútea, mientras que las gonadotropinas estimulan el crecimiento folicular (Abecia *et al.*, 2012).

Tratamientos a base de progesterona

La progesterona puede ser empleada tanto en la temporada reproductiva como en el anestro por lo cual, los tratamientos a base de progesterona o sus análogos son los más utilizados (Holtz, 2005). En el cuadro 1 se resumen los principales tratamientos a base de progesterona con días de duración, tratamiento conjunto y algunas variables.

Los análogos de progesterona más empleados son los elaborados a base de acetato de fluorogestona (FGA) y medroxiprogesterona (MAP), administrados en esponjas que se colocan en la vagina de la cabra (Romano, 2004). Estas esponjas pueden tener 30 a 45 mg de FGA y 20, 45 y 60 mg de MAP (Freitas *et al*., 1997; Lebouef *et al*., 2003; Fonseca *et al*., 2005b; Karaca *et al*., 2010). Los dispositivos intravaginales hechos de silicón (CIDR) están impregnados con 0.3 g de progesterona (CIDR). Este tipo de dispositivos ofrecen la ventaja de que pueden ser reutilizados para sincronizar el estro hasta por tres veces sin afectar la respuesta estral (Vilariño *et al*., 2011). No obstante, la inserción de la esponja o el CIDR inducen la aparición de vaginitis en las cabras (Martins *et al*., 2010; Penna *et al*., 2013). Una manera práctica de suministrar la progesterona sin los efectos secundarios de las esponjas son los implantes subcutáneos a base de norgestomet (6 mg) y en cabras Mellado y Valdez (1997) menciona que dosis de 1.5 mg son suficientes para inducir el estro. La P4 también puede ser administrada en el alimento. El análogo utilizado en este tipo de formulaciones es el acetato de melengestrol (MGA) que es dado en dosis de 0.25 mg/cabra al día (Jackson *et al.*, 2006).

Cuadro 1. Principales características de los protocolos de inducción y sincronización del estro en cabras anovulatorias con progesterona y gonadotropinas.

Progesterona	Duración (d)	Tratamiento conjunto	n	Estro %*	Monta/ IA	Fertilidad %**	Prolificidad	Referencia
MAP (60 mg)	6	22.5µ de cloprostenol al momento de poner la esponja; 250 UI de hCG 24 h antes de retirar la esponja	24	75	Monta	61	---------	Fonseca *et al.*, 2005
FGA	5	100 µg al poner la esponja; 200 UI de eCG al retirarla	15	92.3	Monta	92.3	---------	Martemucci y D'Alessandro , 2011
CIDR (0.3 mg)	5	10 mg de Dinoprost (PGF2?) al momento y; 300 UI de eCG al retirar el CIDR	10	100	IA	75.3	--------	Vilariño *et al.*, 2011
MAP (60 mg)	12	200 UI de eCG más 35 µg de cloprostenol al retirar la esponja	10	100	Monta	66	---------	Pietrosky *et al.*, 2013
FGA (45 mg)	11	400 a 500 UI de eCG más 50 µg de cloprostenol 48 h antes de retirar la esponja	56	98	IA	75	1.9 ± 0.8	Freitas *et al.*, 1997
MGA 0.25 mg/cabra	10	Efecto macho	25	84	Monta	58	1.3 ± 0.2	Jackson *et al.*, 2006
Norgestoment (1.2 mg)	9	1.25 mg de valerato de estradiol más 0.75 mg de norgestomet al insertar el implante	42	54.8	Monta	68.2	1.45 ± 0.18	Mellado y Valdés, 1997
Progesterona IM	1	240 UI de eCG más 50 ?g PGF2? al aplicar la P4	30	97	Monta	83	1.9 ± 0.2	Rodríguez-Martínez *et al.*, 2013

*Respuesta obtenida en las primeras 96 h después de retirar el tratamiento de progesterona
**Tomada del día del diagnóstico de gestación

A pesar de la diversidad de productos, Romano (2004) menciona que las cabras tratadas con FGA presentan conducta estral antes que las tratadas con CIDR o MAP, debido a diferencias en la absorción y metabolismo de cada progestágeno. Además menciona, que el CIDR presenta una mejor sincronización ya que el 79 % de las cabras tratadas mostro conducta estral entre las 33 y 44 h después de retirar el dispositivo.

La duración de los tratamientos a base de progesterona, sin importar la dosis o la naturaleza de esta, son de 12 a 14 días sincronizando de manera eficiente el estro (Martemucci y D'Alessandro, 2010). Sin embargo, se ha reportado que estos tratamientos causan baja fertilidad, atribuida a la pobre calidad del ovocito y a la reducción del transporte espermático en el aparato genital de la hembra (Viñoles *et al*., 1999; Martemucci y D'Alessandro, 2010). Además, los residuos hormonales que pudiera dejar el uso prolongado de P4 en la carne y leche, han enfocado los esfuerzos en el desarrollo de protocolos de sincronización cortos o eliminar su uso (Martemucci y D'Alessandro, 2010).

En este sentido y con el conocimiento actual de la dinámica folicular, se han desarrollado protocolos de 5 a 7 días de duración en cabras y ovejas con más del 90 % de respuesta estral tanto en el anestro como en la época natural de reproducción y tasas de concepción de 60 % (Menchaca y Rubianes, 2004). Recientemente, Rodríguez-Martínez *et al.* (2013) demostraron la efectividad de la aplicación de una dosis única de P4 (25 mg) IM más eCG para inducir la actividad sexual en 97% cabras anovulatorias tratadas.

Progesterona, gonadotropinas y estradiol

Los tratamientos a base de progesterona, deben ir acompañados de gonadotropinas, especialmente durante el anestro, tales como gonadotropina coriónica equina (eCG), gonadotropinas coriónica humana (hCG), GnRH, FSH o estradiol, aplicadas al final del tratamiento para estimular el desarrollo folicular y la ovulación (Wildeus, 2000; Menchaca y Rubianes, 2004; Whitley y Jackson, 2004; Holtz, 2005; Menchaca *et al*., 2007).

Gonadotropina coriónica equina (eCG)

La eCG es una hormona glucoproteíca, sintetizada y secretada por las células del trofoblasto entre los 40 y 130 días de gestación en la yegua (Roy *et al.*, 1999). Posee funciones tanto de LH como de FSH y su vida media es de 60 h en la oveja a seis días en la yegua por lo cual, ha sido utilizada en los tratamientos de estimulación folicular en diversas especies, entre ellas la cabra (Roy et al., 1999).

La eCG es utilizada en dosis que van de 200 a 500 UI dependiendo de la época del año (anestro o estación reproductiva) y producción de leche y se administra generalmente dos días antes o al momento de retirar el dispositivo o el implante de P4 (Holtz, 2005). Otros autores han reportado el uso 200 UI durante el anestro sin afectar la fertilidad (Fonseca *et al*., 2005). Asimismo, durante la temporada natural de reproducción 100 UI son suficientes para inducir la actividad sexual en las cabras (Oliveira *et al*., 2001). Durante este periodo los tratamientos deben ser acompañados por la aplicación de un análogo de PGF2α al momento de poner el dispositivo o al finalizar el tratamiento con P4 (Menchaca et al., 2007). Las cabras son inseminadas con semen fresco o congelado 12 y 24 h después del inicio del estro (Freitas et al., 1997; Romano, 2004)

El intervalo al estro varía de acuerdo a la época del año y al momento en que se aplica la eCG con respecto al día que se termina el tratamiento de P4. Pietroski *et al.* (2013) aplicaron eCG 24 h antes de retirar la esponja y el intervalo al estro fue de 24 h mientras que Fonseca *et al*. (2015) reportan un intervalo al estro de 48 h si la eCG se aplica al momento de retirar la esponja. De acuerdo con Menchaca *et al*. (2007) la ovulación ocurre 58 h después de aplicar la eCG. La época del año influye con el momento de la manifestación del estro y el pico de LH ya que durante la temporada reproductiva el estro ocurrió 30 h después de retirar la esponja y el pico de LH a las 40 h mientras que, durante el anestro el intervalo al estro fue de 45 h y el pico de LH de 49 h (Pierson *et al.*, 2003). El uso repetido de eCG incrementa el intervalo al estro y el pico de LH debido a la formación de anticuerpos contra esta hormona, disminuyendo la fertilidad en programas de inseminación a tiempo fijo (Drion *et al.*, 2001)

Gonadotropina coriónica humana (hCG)

La hCG es producida por las células del trofoblasto del embrión humano a las tres o cuatro semanas de gestación y su principal función es estimular la producción de progesterona por el CL, inhibe las contracciones uterinas, bloquea la respuesta inmune uterina y promueve el crecimiento fetal (Cole, 2010). Debido a su efecto LH en las células del ovario, la gonadotropina coriónica humana ha sido utilizada en cabras para diversas funciones (Cuadro 2).

Fonseca *et al*. (2005) compararon la eficacia de hCG para inducir el estro en cabras anestricas vs eCG sin encontrar diferencia significativa (P>0.05) entre la respuesta estral, intervalo al estro y gestación obteniendo una respuesta estral de 75 %, el intervalo al estro fue de 46 ± 8.4 h y la gestación de 61 % al aplicar 250 UI de hCG. Esta respuesta es similar a lo reportado por Navanukraw *et al.* (2014) en cabras cíclicas con 300 UI. En este estudio el intervalo al estro fue de 36 ± 1.9 h y la ovulación ocurrió 64.5 ± 1.3 h después de retirar el dispositivo. En Japón, Kawate *et al*. (2002) determinaron el efecto de dosis bajas de hCG en la inducción del celo fértil en cabras Shiba (35.8 ± 2.1) durante el periodo postparto. Estos autores dieron un pre tratamiento con P4 (CIDR; 0.3 g) durante siete días después del cual aplicaron hCG subcutánea (1 UI/kg) cada 12 horas las cuales, necesitaron al menos tres aplicaciones para manifestar comportamiento estral (31.2 ± 1.2 h) de tal modo que la dosis mínima requerida para manifestar estro fue de 100 UI.

Por otro lado, además de la cabra (Saleh *et al*., 2012), la hCG también se ha utilizada como inductora de la ovulación en vacas (De Rensis *et al*., 2010) yeguas (Barbacini *et al.*, 2000) cerdas (Wongkaweewit *et al.*, 2012) y perras (Stornelli *et al.*, 2012). En cabras, la ovulación ocurre 34 h después de la administración de hCG (Saleh *et al*., 2012). Además, la hCG estimula la luteinización de las células de la granulosa y de la teca incrementando los niveles de P4 (De Rensis *et al*., 2010). Sin embargo, Fonseca y Torres (2005), no encontraron diferencias significativas en los niveles de progesterona al aplicar 250 UI de hCG 5 días después del apareamiento con respecto del control. En ovejas, al aplicar 500 UI al momento de la IA, la progesterona tiende a incrementarse (P<0.1) del diá ocho al 14 (Gómez-Brunet *et al.*,

2007). Esta diferencia pudiera deberse a la dosis empleada en cada tratamiento o al momento de aplicar la hormona. Recientemente, Lashari y Tasawar (2010) al aplicar 300 UI 12 días después del apareamiento, las cabras mostraron mayores niveles de P4 de las 2 a 8 h después de aplicarla, regresando a niveles similares al grupo control a las 72 h. También mostraron que las cabras tratadas con hCG presentaban un mayor número de carúnculas y mayor sobrevivencia embrionaria.

Cuadro 2. Aplicaciones de la gonadotropina coriónica humana en cabras.

Dosis	Día de aplicación	Vía de admon.	Efecto	Referencia
250 UI	24 h antes de retirar el dispositivo con progesterona	IM	Inducción del estro (Anestro estacional)	Fonseca *et al*., 2005
1 UI/kg	Cada 12 horas hasta la presentación del estro	SC	Inducción del estro (Anestro postparto)	Kawate *et al*., 2002
500 UI	18 h después de un tratamiento de superovulacion	IM	Inducción de la ovulación (estro)	Saleh *et al.*, 2012
250 UI	5 días después del apareamiento o IA	IM	Incrementar los niveles de progesterona después del apareamiento	Fonseca y Torres, 2005
300 UI	12 días después del apareamiento	IM	Reducción de pérdidas embrionarias	Lashari y Tasawar, 2010
1000 UI	84 h después del estro	IM	Aumentar P4	Saharrea *et al.,* 1998

Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y FSH

La base farmacológica del uso de GnRH en la reproducción es su efecto para estimular la liberación de las gonadotropinas por la hipófisis, y los agonistas más utilizados en medicina Veterinaria son buserelina y deslorelina (Schneider *et al.*, 2006). La GnRH sincroniza la ovulación cuando es usada con otras hormonas (Pierson *et al*., 2003) y en ratas incrementa el número de ovocitos recuperados cuando de administra antes de un tratamiento de superovulacion (Kanter *et al.*, 2004).

En algunos de los protocolos con GnRH (10 µg de Buserelina) para inducir la actividad sexual en las cabras anovulatorias, esta es inyectada antes de la colocación de la esponja o el implante y al momento de retirar el dispositivo son administrados 400 UI de eCG (Karaca *et al.*, 2010). Duygu *et al.* (2013) utilizaron un protocolo similar en el que comparó el uso de GnRH (4 µg de Buserelina) con FGA o implante de norgestomet mas eCG al final del periodo de transición. Sin embargo, no encontraron diferencias ni en la respuesta estral ni en la fertilidad al incluir la GnRH a cualquiera de los protocolos, obteniéndose una respuesta general de 80 % y 71 % respectivamente, similar a lo reportado por Karaca et al. (2010). Por el contrario, Husein *et al.* (2005) mencionan que si la GnRH (100 µg de Cistorelina) se administra después de un tratamiento previo con progesterona con o sin eCG la fertilidad y la tasa de partos incrementan significativamente (>77%; $P<0.05$) que en aquellos animales que solo les administran GnRH sin P4 (44%). Cuando la GnRH se administra 24 h después de retirar la esponja, si bien no tiene efectos sobre el inicio del estro, si adelanta el pico preovulatorio de LH tanto en el anestro como en la estación reproductiva (Pierson *et al*., 2003). En cabras se ha utilizado el protocolo “ovsynch” durante la estación reproductiva (Holtz, 2005).

La FSH de origen porcino u ovino ha sido utilizada más ampliamente en los protocolos de superovulacion y transferencia de embriones con el objetivo de obtener un mayor número de folículos que alcancen el tamaño preovulatorio (Arredondo *et al.*, 2015). En los protocolos de SOTE, se aplican varias dosis de FSH (6 a 8) en dosis decrecientes cada 12 h, iniciando 60 h antes de retirar el dispositivo con P4 ó 72 a 84 h después de un protocolo de sincronización del celo con CIDR, eCG y PGF2α (Menchaca *et al.*, 2009). En ovejas también se ha utilizado la FSH para sincronizar e inducir el estro, aplicándose una dosis de 55 mg (Folltropin®) 24 h antes de retirar el dispositivo (Knights *et al.,*, 2001a).

Estradiol

En vacas, el estradiol (2-2.5 mg de benzoato de estradiol) se utiliza para inducir el crecimiento de una nueva oleada folicular más la administración de 100 o 50 mg de P4 o un dispositivo intravaginal antes de un protocolo de superovulacion (Bó y

Mapletoft, 2014). En cabras, el estradiol (1 mg Cipionato de Estradiol) también se ha utilizado durante la época de reproducción al momento de insertar el dispositivo vaginal con P4 sin la aplicación de ninguna otra hormona, manifestándose el estro (>90 % de las cabras tratadas) a las 52.5 ± 33.8 h y la ovulación 101.4 ± 32.2 después de retirar el dispositivo (Maffili *et al.*, 2005). Menchaca *et al.* (2007) compararon el benzoato de estradiol (200 µg) contra eCG (300 UI) sin encontrar diferencias significativas entre ambos tratamientos ya que ambos indujeron la ovulación en el 86% de las cabras y un intervalo a la ovulación de 60 h al finalizar el tratamiento de P4.

Prostaglandinas (PGF2α)

Durante la época natural de reproducción el estro puede ser controlado al acortar la duración de la fase lútea al lisar el CL (Esteves *et al.*, 2013). La PGF2α, así como sus análogos son agentes luteoliticos que inducen la lisis del CL entre los días 4 y 16 del ciclo estral (Romano, 1998). Esta es administrada dos veces en un intervalo de 10 días y la dosis mínima efectiva de PGF2α es de 4 mg (Dinoprost Lutalyse®) y que la vía de administración, intramuscular vs labios vulvares, no influye sobre la respuesta estral (Mellado *et al.,* 1994). Romano (1998) menciona que la respuesta estral en la primera inyección de PGF2α sin conocer la fase del ciclo estral es de 50% mientras que en la segunda, la respuesta estral es del 87.5 %, con un intervalo al estro de 52.3 ± 1.9 h.

La PGF2α también se ha utilizado con el “efecto macho” durante el anestro (López-Sebastian *et al.*, 2007). Este protocolo (IMA-PRO2®) consiste en la administración de 25 mg de P4 al momento de introducir los machos a un grupo de cabras anovulatorias y nueve días después del “efecto macho”, una dosis única de 75 µg de cloprostenol (PGF2α). Este protocolo induce el celo en el 87.5 % de las cabras tratadas con un intervalo de 37 ± 1.4 h y el pico de LH después de la administración del cloprostenol se presenta a las 40.5 ± 1.6 h).

Nuevas tendencias y tratamientos para inducir el estro

El empleo de progesterona en los tratamientos de inducción y sincronización del estro sigue siendo crucial especialmente durante el anestro, aunque existe una tendencia de reducir la cantidad de P4 utilizada (Simoes et al., 2015). Además, el empleo de dispositivos de liberación hormonal intravaginales tales como esponjas, traen problemas como vaginitis o disminución de la fertilidad (Vilariño et al., 2001; Penna et al., 2013). En este sentido y con la finalidad de reducir los efectos secundarios de los actuales tratamientos hormonales en caprinos, además de reducir las dosis de hormonas utilizadas, nuestro grupo ha desarrollado nuevas alternativas para inducir la actividad sexual en las cabras anovulatorias.

En cabras, se han desarrollado diferentes estudios para evaluar la efectividad del uso de una aplicación de P4 intramuscular (i.m), la dosis de P4 empleada asi como el uso de hCG para inducir la actividad sexual en las cabras anovulatorias a 25°N. En un estudio, se evaluó el uso de una inyección de P4 i.m (25 mg) o la esponja por 7 días (Cronolone® 20 mg) más eCG (250) para inducir la actividad sexual durante el anestro estacional. La respuesta estral fue del 100% para ambos grupos sin importar la vía de administración de la P4. Esto concuerda con lo reportado por otros autores (Fonseca et al., 2005; Lebouef et al., 2003). Si bien el diámetro del cuerpo lúteo (CL) fue mayor ($P<0.05$) en el grupo con esponja (12 mm) que en el intramuscular (8.9 mm) esto no afecto el número de cabras gestantes (8/8 vs 7/8; $P>0.05$; respectivamente) (Contreras-Villarreal et al., 2013). En otro estudio, se probaron dos dosis de P4 im, 10 y 20 mg más el uso de eCG (200 UI). El número de cabras preñadas fue similar ($P>0.05$) entre ambos grupos (5/7 vs 5/8; respectivamente) (Contreras et al., 2015). Por lo que concluimos que una dosis de 10 o 25 mg de P4 mas eCG es suficiente para inducir la actividad sexual en las cabras anovulatorias a 25° N. Así mismo, se probaron diferentes dosis de hCG para inducir el estro en cabras anovulatorias. Las dosis empleadas fueron 300, 100 y 50 UI de hCG 24 h después de aplicar 20 mg de P4. La respuesta estral fue similar ($P>0.05$) entre las distintas dosis (90, 100 y 67%, respectivamente), al igual que la gestacion (70, 100 y 67%) y la prolificidad (1.57 ±

0.5, 1.5 ± 0.5 y 1.6 ± 0.5). La respuesta estral de los grupos a los que se les administró hCG concuerdan con lo reportado por otros autores que demuestran la efectividad de la hCG para inducir y sincronizar el celo tanto dentro (Navanukraw et al., 2014) como fuera (Fonseca et al., 2005) de la época reproductiva.

Bioestimulación

En cabras, la actividad sexual puede ser inducida durante el anestro estacional al manipular la estructura socio-sexual del grupo al introducir un macho sexualmente activo a un grupo de hembras. Este fenómeno conocido como “efecto macho” induce inmediatamente la secreción pulsátil de LH, la cual estimula el desarrollo de los folículos ováricos que a su vez, producirán 17β estradiol el cual desencadenara el pico de LH y la ovulación 2 a 3 días después de la introducción del macho (Chemineau et al., 2006). De esta primera ovulación inducida por el “efecto macho”, una parte de las hembras experimenta una segunda ovulación acompañado por estro 5 a 6 días después (Chemineau et al., 2006).

La respuesta de las hembras al estímulo del macho depende de varios factores entre los que se encuentran el estatus nutricional, la raza, la agresividad del macho, el número de partos de las hembras entre otros (Veliz et al., 2009). Uno de los factores determinantes de la respuesta sexual de las hembras al efecto macho es la intensidad del comportamiento sexual del macho (Carrillo et al., 2007). Cuando un macho sexualmente inactivo es puesto con un grupo de cabras anovulatorias, estas no muestran conducta estral ni ovulación (Veliz et al., 2006). El método más utilizado para inducir la actividad sexual en los machos cabríos es el fotoperiodo, el cual consiste en exponer a los machos a días largos artificiales (16 h de luz/día) durante dos meses y medio (Delgadillo y Vélez, 2010). Recientemente, se ha desarrollado alternativas más accesibles para inducir la actividad sexual en los machos como son el tratamiento a base de testosterona exógena (Luna-Orozco et al., 2012) y el “efecto hembra” (Carrillo et al., 2011).

El tratamiento a base de testosterona consiste en la administración de 50 mg de testosterona intramuscular en machos enteros sexualmente inactivos cada tercer

día durante tres semanas antes del “efecto macho”. Este tratamiento indujo el estro en el 93% de las cabras y una tasa de gestación del 77% similar al encontrado en los machos tratados con 2.5 meses de días largos (100% y 84%, P>0.05; respectivamente) (Figura 2). Este tratamiento incrementa los niveles de testosterona induciendo una intensa conducta sexual y mejora las características seminales (Angel-Garcia et al., 2014). Por lo cual, es una manera rápida y económica para inducir la actividad sexual en los machos y así estimular a las hembras.

La exposición de los machos a hembras en estro puede estimular un incremento de la secreción de LH, similar al efecto macho en las hembras y a esto se le ha denominado efecto hembra (Walkden-Brown et al., 1999). Cuando los machos sexualmente inactivos son estimulados una 1 h por hembras estrogenizadas durante tres semana, incrementa el comportamiento sexual de los machos comparado con aquellos a los cuales no se les dio ningún estímulo e inducen más del 80% del estro en las cabras anovulatorias (Carrillo et al., 2011).

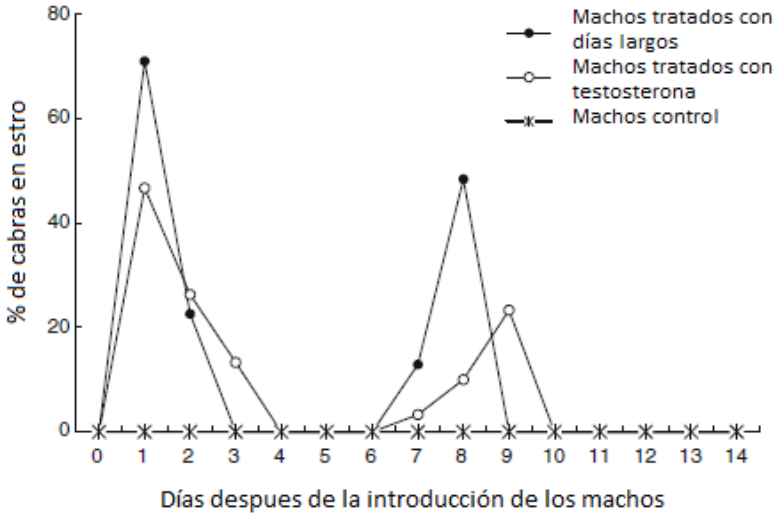

Figura 2. Porcentaje de cabras que presentaron conducta estral después del estímulo de machos tratados previamente con días largos o testosterona.

Alimentación

La alimentación juega un rol muy importante en la regulación de la función reproductiva de los pequeños rumiantes ya que su utilización estratégica podría ayudar a incrementar la producción espermática antes del empadre, incrementar el tamaño de la camada, disminuir las perdidas embrionarias y maximizar la sobrevivencia y desarrollo posnatal de las crías (Martin y Kadokawa, 2006).

En cabras alimentadas con una dieta alta en energía se adelanta el inicio y se prolonga la actividad sexual (Zarazaga *et al.*, 2005). Así mismo, cabras con una condición corporal baja (<2; escala 1-4 puntos) el inicio de la actividad sexual se atrasa y es de menor duración que en aquellas con una condición corporal mayor a 2.5 puntos (De Santiago-Miramontes *et al.*, 2009). El peso corporal también determina la respuesta de las cabras anovulatorias al efecto macho ya que en aquellas cabras con bajo peso corporal se incrementa el intervalo entre la introducción de los machos y el inicio de la actividad estral y en el porcentaje de cabras en estro durante los primeros 15 días de contacto con el macho (Véliz et al., 2006b). El mecanismo responsable a través del cual la alimentación prolonga la actividad sexual puede deberse a un efecto directo sobre la secreción de LH y a una mayor secreción de Leptina (Urrutia-Morales *et al.*, 2009). La Leptina es una proteína de 21 aminoácidos secretada por el tejido adiposo que indica el estado nutricional del animal y actúa directamente sobre las neuronas-GnRH estimulando la liberación de LH (Barb y Kraeling, 2004). Por otra parte, la glucosa es indispensable para la generación de energía a través del ATP para un sinnúmero de procesos corporales incluido la reproducción, por lo que un déficit de energía ya sea por una baja ingesta de alimentos o por un mayor gasto (al caminar, ejercicio o búsqueda de comida) provoca una disminución en la secreción de gonadotropinas (Blache *et al*., 2008).

En cabras Alpinas bien alimentadas se incrementa el número de partos múltiples y la ganancia de peso de sus crías (Rivas-Muñoz et al., 2011). Se ha demostrado que la suplementación alimenticia en cabras bajo condiciones de agostadero 35 y 15 días antes del parto y 7 días postparto las crías nacen con más peso corporal,

mejora la producción de leche y cantidad de solidos totales, así como la relación madre-cría que en aquellas cabras no suplementadas (Luna-Orozco et al., 2015).

Conclusión

El control de la actividad sexual en las cabras permite una mejor planeación de las actividades dentro del rebaño y optimizar de esta manera, la mano de obra. Además, la reducción en el número de aplicaciones y la cantidad de hormonas utilizadas en los protocolos de inducción y sincronización del estro, sin afectar el desempeño reproductivo de los rebaños, podría facilitar el uso de la IA en las cabras al reducir los costos, y así, disminuir el intervalo generacional y poder hacer uso de machos genéticamente superiores. Por otra parte, la administración de testosterona y hembras en estro para estimular a machos sexualmente inactivos presenta importantes implicaciones prácticas para estimular la actividad sexual en las cabras durante el anestro estacional. Finalmente, la suplementación alimenticia nos ofrece diversas ventajas al mejorar los parámetros reproductivos de los animales.

Referencias

Abecia, J. A., F. Forcada y A. González-Bulnes. 2012. Hormonal control of reproduction in small ruminants. Animal Reproduction Science 130: 173-179.

Alvarado-Espino, A. S., C. A. Meza-Herrera, V. H. González- Álvarez, J. M. Guillen-Muñoz, M. V. Perales-Garcia, R. Rivas-Muñoz, E. Carrillo y F. G. Veliz. 2015. Evaluation of the use of hCG to promote the induction of reproductive activity in anovulatory Alpine goats. J. Anim. Sci. Vol. 93, Suppl. s3/J. Dairy Sci. Vol. 98, Suppl. 2

Ángel-García, O., C. A. Meza-Herrera, J. M. Guillen-Muñoz, E. Carrillo-Castellanos, J. R. Luna-Orozco, M. Mellado y F. G. Véliz-Deras. 2014. Seminal characteristics, libido and serum testosterone concentrations in mixed-breed goat bucks receiving testosterone during the non-breeding period.Journal of Applied Animal Research, (ahead-of-print), 1-5.

Arredondo, A. J. G., A. G. Gómez, J. F. Vázquez-Armijo, R. A. Ledezma-Torres, H. Bernal-Barragán y F. Sánchez-Dávila. 2015. Status and implementation of reproductive technologies in goats in emerging countries. African Journal of Biotechnology 14: 719-727.

Baldassarre, H. y C. Karatzas. 2004. Advanced assisted reproduction technologies (ART) in goats. Animal Reproduction Science 82: 255-266.

Barb, C. y R. Kraeling. 2004. Role of leptin in the regulation of gonadotropin secretion in farm animals. Animal reproduction science 82: 155-167.

Bartlewski, P. M., T. E. Baby y J. L. Giffin. 2011. Reproductive cycles in sheep. Animal reproduction science 124: 259-268.

Blache, D., S. K. Maloney y D. K. Revell. 2008. Use and limitations of alternative feed resources to sustain and improve reproductive performance in sheep and goats. Animal feed science and technology 147: 140-157.

Bó, G. A. y R. J. Mapletoft. 2014. Historical perspectives and recent research on superovulation in cattle. Theriogenology 81: 38-48.

Carrillo, E., C. A. Meza-Herrera y F. G. Véliz. 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtrópico Mexicano. Revista mexicana de ciencias pecuarias 1: 169-178.

Carrillo, E., F. Gerardo Véliz, J. Alfredo Flores y J. Alberto Delgadillo. 2007. El decremento en la proporción macho-hembras no disminuye la capacidad para inducir la actividad estral de cabras anovulatorias. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 45: 319 a 328.

Carrillo, E., L. M. Tejada, C. A. Meza-Herrera, G. Arellano-Rodríguez, J. E. Garcia, M. A. De Santiago-Miramontes, M. Mellado y F. G. Véliz. 2011. Response of sexually inactive French Alpine bucks to the stimulus of goats in oestrus.Livestock Science, 141(2), 202-206.

Chemineau, P., M.-T. Pellicer-Rubio, N. Lassoued, G. Khaldi y D. Monniaux. 2006. Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. Reproduction Nutrition Development 46: 417-429.

Cole, L. A. 2010. Biological functions of hCG and hCG-related molecules. Reprod Biol Endocrinol 8: 102.

Contreras, V., C. A. Meza-Herrera, G. Arellano, R. Rodríguez, M. A. De Santiago, M. Mellado, R. Rivas, y F. G. Veliz. 2015. Evaluation of different doses of intramuscular progesterone to induce reproductive activity in anestrous goats. J. Anim. Sci. Vol. 93, Suppl. s3/J. Dairy Sci. Vol. 98, Suppl. 2

Contreras-Villarreal, V., O. Angel-Garcia, J. M. Guillen-Muñoz, P. A. Robles-Trillo, M. A. De Santiago-Miramontes, G. Arellano-Rodríguez, R. Rodríguez-Martínez, M. Mellado, C. A. Meza-Herrera y F. G. Veliz. 2013. Use of eCG and a progesterone to induce reproductive activity in anestrous goats. J. Anim. Sci. Vol. 91, E-Suppl. 2/J. Dairy Sci. Vo

De Santiago-Miramontes, M. A., B. Malpaux y J. A. Delgadillo. 2009. Body condition is associated with a shorter breeding season and reduced ovulation rate in subtropical goats. Animal Reproduction Science 114: 175-182.

Delgadillo, J. A., M. A. De Santiago-Miramontes y E. Carrillo. 2007. Season of birth modifies puberty in female and male goats raised under subtropical conditions. Animal 1: 858-864.

Delgadillo, J. y L. Vélez. 2010. Stimulation of reproductive activity in anovulatory Alpine goats exposed to bucks treated only with artificially long days. animal 4: 2012-2016.

Drion, P. V., V. Furtoss, G. Baril, E. Manfredi, F. Bouvier, J.-L. Pougnard, D. Bernelas, P. Caugnon, E. M. McNamara y B. Remy. 2001. Four years of induction/synchronization of estrus in dairy goats: effect on the evolution of eCG binding rate in relation with the parameters of reproduction. Reproduction Nutrition Development 41: 401-412.

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

Dubeuf, J. P., P. Morand-Fehr y R. Rubino. 2004. Situation, changes and future of goat industry around the world. Small Ruminant Research 51: 165-173.

Duygu, B. A., B. Muhammed Kürşad, Ö. Erhan, Y. Deniz y D. İsmet. 2013. Effectiveness of Different Progesterone Analogues and GnRH on Reproductive Parameters in Nulliparous Saanen Goats at the End of the Transition Period. Kafkas Univ Vet Fak Derg 19 (Suppl-A): 181-186.

Escareño Sánchez, L. M., M. Wurzinger, F. Pastor López, H. Salinas, J. Sölkner y L. Iñiguez. 2011. La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera, en el norte de México. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente 17: 235-246.

Escareño, L., H. Salinas-Gonzalez, M. Wurzinger, L. Iñiguez, J. Sölkner y C. Meza-Herrera. 2012. Dairy goat production systems. Trop Anim Health Prod 45: 17-34.

FAOSTAT. 2013. http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID0569#ancor Accessed 16/01/15.

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

Fonseca, J. F., J. H. Bruschi, F. N. Zambrini, E. Demczuk, J. H. M. Viana y M. P. Palhão. 2005. Induction of synchronized estrus in dairy goats with different gonadotrophins. Anim. Reprod

Fonseca, J. y C. Torres. 2005. Administration of hCG 5 days after breeding and reproductive performance in nulliparous dairy goats. Reproduction in domestic animals 40: 495-499.

Freitas, V., G. Baril y J. Saumande. 1997. Estrus synchronization in dairy goats: use of fluorogestone acetate vaginal sponges or norgestomet ear implants. Animal reproduction science 46: 237-244.

Greyling, J. P. C. 2000. Reproduction traits in the Boer goat doe. Small Ruminant Research 36: 171-177.

Hatziminaoglu, I. y J. Boyazoglu. 2004. The goat in ancient civilizations: from the fertile crescent to the aegean sea. . Small Rumin Res 51: 123-129.

Holtz, W. 2005. Recent developments in assisted reproduction in goats. Small Ruminant Research 60: 95-110.

Husein, M. Q., M. M. Ababneh y S. G. Haddad. 2005. The effects of progesterone priming on reproductive performance of GnRH-PGF2 $\ alpha $-treated anestrous goats. Reproduction Nutrition Development 45: 689-698.

Jackson, D. J., C. M. Fletcher, D. H. Keisler y N. C. Whitley. 2006. Effect of melengestrol acetate (MGA) treatment or temporary kid removal on reproductive efficiency in meat goats. Small Ruminant Research 66: 253-257.

Kanter, M., C. Yildiz, I. Meral, A. Koc y I. Tasal. 2004. Effects of a GnRH agonist on oocyte number and maturation in mice superovulated with eCG and hCG. Theriogenology 61: 393-398.

Karaca, F., G. Doğruer, M. K. Saribay y C. T. Ateş. 2010. Oestrus synchronization with short-term and long-term progestagen treatments in goats: the use of GnRH prior to short-term progestagen treatment. Italian Journal of Animal Science 9: 22.

Kawate, N., M. Yamazaki, H. Tamada, T. Inaba y T. Sawada. 2002. Effect of Low Dose of hCG on Induction of Fertile Estrus in Shiba Goats

Knights, M., T. Hoehn, P. Lewis y E. Inskeep. 2001a. Effectiveness of intravaginal progesterone inserts and FSH for inducing synchronized estrus and increasing lambing rate in anestrous ewes. Journal of animal science 79: 1120-1131.

Lashari, M. H. y Z. Tasawar. 2010. The effect of hCG given on day 12 post-mating on ovarian function and embryo survival in Beetal goats in southern Punjab, Pakistan. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences 34: 513-517.

López-Sebastian, A., A. González-Bulnes, J. Carrizosa, B. Urrutia, C. Díaz-Delfa, J. Santiago-Moreno y A. Gómez-Brunet. 2007. New estrus synchronization and artificial insemination protocol for goats based on male exposure, progesterone and cloprostenol during the non-breeding season. Theriogenology 68: 1081-1087.

Luna-Orozco, J. R., C. A. Meza-Herrera, V. Contreras-Villarreal, N. Hernández-Macías, O. Angel-Garcia, E. Carrillo, M. Mellado y F. G. Véliz-Deras. 2015. Effects of supplementation during late gestation on goat performance and behavior under rangeland conditions. Journal of Animal Science 93: 4153-4160.

Maffili, V. V., C. A. A. Torres, J. F. Fonseca, E. A. Moraes y R. A. M. Pontes. 2005. Sincronização de estro em cabras da raça Saanen com esponja intravaginal e CIDR-G®. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 57: 591-598

Martemucci, G. y D'alessandro, A. 2010. Estrous and fertility responses of dairy ewes synchronized with combined short term GnRH, PGF 2α and estradiol benzoate treatments. Small Ruminant Research, 93: 41-47.

Martin, G. B. y H. Kadokawa. 2006. Clean, green and ethical" animal production. Case study: reproductive efficiency in small ruminants. J. Reprod. Dev 52: 145-152.

Martins, L. T., P. C. d. Santos Neto, S. Gaudêncio Neto, L. P. Rauber, M. Bertolini, A. D. Vieira y A. Mezzalira. 2010. Microbiological and functional evaluation of an alternative device (OB®) for estrous synchronization in ewes. Ciência Rural 40: 389-395.

Mellado, J., F. G. Veliz, A. de Santiago, C. Meza-Herrera y M. Mellado. 2014. Buck-induced estrus in grazing goats during increasing photoperiod and under cold stress at 25 N. Vet Med Zoot 88: 40-45.

Mellado, M., R. Valdez, L. M. Lara y R. Lopez. 2003. Stocking rate effects on goats: a research observation. Journal of Range Management: 167-173.

Mellado, M., R. Valdez, L. M. Lara y R. Lopez. 2003. Stocking rate effects on goats: a research observation. Journal of Range Management: 167-173.

Menchaca, A. y E. Rubianes. 2004. New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. Reproduction, Fertility and Development 16: 403-413.

Menchaca, A., M. Vilariño, M. Crispo, T. De Castro y E. Rubianes. 2009. New approaches to superovulation and embryo transfer in small ruminants. Reproduction, Fertility and Development 22: 113-118.

Menchaca, A., V. Miller, V. Salveraglio y E. Rubianes. 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.

Navanukraw, C., V. Khanthusaeng, A. Kraisoon y S. Uriyapongson. 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. Trop Anim Health Prod 46: 1441-1446.

Oliveira, M., S. Guido y P. Lima. 2001. Comparison of different protocols used to induce and synchronize estrus cycle of Saanen goats. Small Ruminant Research 40: 149-153.

Penna, B., H. Libonati, A. Director, A. C. Sarzedas, G. Martins, F. Z. Brandão, J. Fonseca y W. Lilenbaum. 2013. Progestin-impregnated intravaginal sponges for estrus induction and synchronization influences on goats vaginal flora and antimicrobial susceptibility. Animal Reproduction Science 142: 71-74.

Pierson, J. T., H. Baldassarre, C. L. Keefer y B. R. Downey. 2003. Influence of GnRH administration on timing of the LH surge and ovulation in dwarf goats. Theriogenology 60: 397-406.

Pietroski, A. C. C. A., F. Z. Brandão, J. M. G. d. Souza y J. F. d. Fonseca. 2013. Short, medium or long-term hormonal treatments for induction of synchronized estrus and ovulation in Saanen goats during the nonbreeding season. Revista Brasileira de Zootecnia 42: 168-173.

Rahman, A., R. Abdullah y W. Wan-Khadijah. 2008. Estrus synchronization and superovulation in Goats: A Review. Journal of Biological Sciences 8: 1129-1137.

Rivas-Muñoz, R., M. A. Santiago-Miramontes, P. A. Robles-Trillo, J. Vásquez Arroyo, C. Leyva y F. G. Véliz. 2011. La subalimentación de las cabras alpino-francés no disminuye sus parámetros reproductivos pero sí la dinámica de crecimiento de sus crías. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, 17(SPE.), 217-224.

Rivera-Lozano, M. T., M. O. Diaz-Goméz, J. Urrutia-Morales, H. Vera-Ávila, H. Gamez-Vázquez, E. Villagomez-Amezcua Manjarrez, C. Aréchiga-Flores y F. Escobar-Medina. 2011. Seasonal variation in ovulatory activity of Nubian, Alpine and Nubian x Criollo does under tropical photoperiod (22°N). Tropical and Subtropical Agroecosystems 14: 973-980.

Rodríguez-Martínez, R., O. Ángel-García, J. M. Guillén-Muñoz, P. A. Robles-Trillo, M. d. l. A. De Santiago, C. A. Meza-Herrera, M. Mellado y F. G. Véliz. 2013. Estrus induction in anestrous mixed-breed goats using the “female-to-female effect”. Trop Anim Health Prod 45: 911-915.

Romano, J. 1998. Effect of two doses of cloprostenol in two schemes for estrous synchronization in Nubian goats. Small Ruminant Research 28: 171-176.

Romano, J. E. 2004. Synchronization of estrus using CIDR, FGA or MAP intravaginal pessaries during the breeding season in Nubian goats. Small Ruminant Research 55: 15-19.

Roy, F., M.-C. Maurel, B. Combes, D. Vaiman, E. P. Cribiu, I. Lantier, T. Pobel, F. Delétang, Y. Combarnous y F. Guillou. 1999. The negative effect of repeated equine chorionic gonadotropin treatment on subsequent fertility in Alpine goats is

due to a humoral immune response involving the major histocompatibility complex. Biology of reproduction 60: 805-813.

Saharrea, A., J. Valencia, A. Balcazar, O. Mejia, J. Cerbón, V. Caballero y L. Zarco. 1998. Premature luteal regression in goats superovulated with PMSG: effect of hCG or GnRH administration during the early luteal phase. Theriogenology 50: 1039-1052.

Saleh, M., M. Shahin, W. Wuttke, M. Gauly y W. Holtz. 2012. Pharmacokinetics of human chorionic gonadotropin after i.m. administration in goats (Capra hircus). Reproduction 144: 77-81.

Schneider, F., W. Tomek y C. Gründker. 2006. Gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and its natural analogues: a review. Theriogenology 66: 691-709.

SIAP. 2013 Resumen Nacional. Población ganadera, avícola y apícola. . www.siap.gob.mx/ganaderia. 20/02/ 2015).

Simões, J. Recent advances on synchronization of ovulation in goats, out of season, for a more sustainable production. 2015. Asian Pacific Journal of Reproduction. 4(2): 157-165

Urrutia-Morales, J., C. A. Meza-Herrera, F. J. Escobar-Medina, H. G. Gamez-Vazquez, B. M. Ramirez-Andrade, M. O. Diaz-Gomez y A. Gonzalez-Bulnes. 2009. Relative roles of photoperiodic and nutritional cues in modulating ovarian activity in goats. Reproductive Biology 9: 283-294.

Véliz, F. G., Poindron, P., Malpaux, B., & Delgadillo, J. A. (2006). Positive correlation between the body weight of anestrous goats and their response to the male effect with sexually active bucks. Reproduction Nutrition Development,46(6), 657-661.

Véliz, F., C. Meza-Herrera, M. De Santiago-Miramontes, G. Arellano-Rodriguez, C. Leyva, R. Rivas-Muñoz y M. Mellado. 2009. Effect of parity and progesterone priming on induction of reproductive function in Saanen goats by buck exposure. Livestock Science 125: 261-265.

Véliz, F., P. Poindron, B. Malpaux y J. Delgadillo. 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. Animal reproduction science 92: 300-309.

Vilariño, M., E. Rubianes y A. Menchaca. 2011. Re-use of intravaginal progesterone devices associated with the Short-term Protocol for timed artificial insemination in goats. Theriogenology 75: 1195-1200.

Viñoles, C., M. Forsberg, G. Banchero y E. Rubianes. 2001. Effect of long-term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. Theriogenology 55: 993-1004.

Walkden-Brown, S., G. Martin y B. Restall. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. Journal of Reproduction and Fertility-Supplement-: 243-257.

Whitley, N. y Jackson, D. 2004. An update on estrus synchronization in goats: a minor species. J. Anim. Sci, 82: 270-276.

Zarazaga, L. A., J. L. Guzmán, C. Domínguez, M. C. Pérez y R. Prieto. 2005. Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payoya goats. Animal Reproduction Science 87: 253-267.