

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



Respuesta estral en cabras nulíparas y múltiparas con progesterona y hCG durante el anestro estacional.

POR

SUSANA GABRIELA GUEVARA JIMENEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

MARZO-DE 2018

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

Respuesta estral en cabras nulíparas y múltiparas con progesterona y hCG
durante el anestro estacional.

POR
SUSANA GABRIELA GUEVARA JIMENEZ

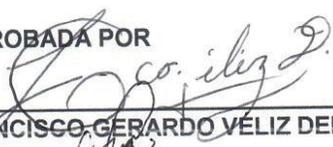
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:


DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

VOCAL:

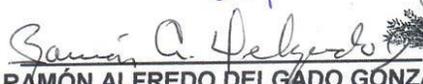

DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO

VOCAL:


DR. OSCAR ANGEL GARCÍA

VOCAL SUPLENTE:


DRA. LETICIA ROMANA GAYTÁN ALEMÁN


DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2018

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

Respuesta estral en cabras nulíparas y múltiparas con progesterona y hCG
durante el anestro estacional.

POR
SUSANA GABRIELA GUEVARA JIMENEZ

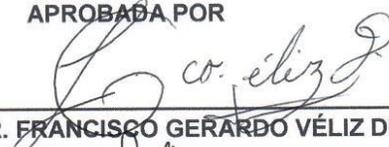
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:


DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

ASESOR:


DR. OSCAR ÁNGEL GARCÍA

ASESOR:


MC. ALAN SEBASTIÁN ALVARADO ESPINOZA


DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2018

Agradecimientos

A **Dios** que me ha dado una vida llena de alegrías y aprendizaje, permitiéndome cumplir esta meta tan importante para mi familia y para mí.

A **mis padres Blanca y Gabriel** por darme la vida que siempre me han apoyado incondicionalmente, cuidado y guiado.

A **mi hermano Ángel** por cada momento de felicidad que me brindas, por ser en verdad un gran apoyo para mí. Gracias un millón de veces por ser mi nene consentido.

Al **M.V.Z Maribel Herrera Estala** literalmente es parte de mi vida desde el primer día que entre a la universidad, gracias por todos los momentos que hemos vivido juntas ya sean buenos o malos, gracias por tu amistad incondicional.

A mi asesor principal **Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras** por haberme brindado la oportunidad y confianza de realizar mi trabajo de tesis

Dr. Oscar Ángel García por su apoyo, motivación y amistad recibida durante esta etapa de estudiante.

Especialmente agradezco al **MC. Alan Sebastián Alvarado Espino** por darme la oportunidad de formar parte de su proyecto de doctorado, gracias por tu amistad, ayuda y paciencia para poder realizar esta tesis.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna** por permitirme formarme como profesional y a todos los maestros y amigos que me enseñaron tanto profesional como de la vida.

A mis tíos **Guillermo y Ma. Elena** gracias por el apoyo durante este tiempo, en especial a nena por sus consejos y ayuda.

A **Don Alejandro y Sra. Margarita** gracias por su apoyo, confianza y amistad que me han brindado en estos últimos años.

A **Almendra, Caremelo, Coffy, Gordo** y demás perritos que llegaron a la casa por hacerme ver que tenía que seguir mi verdadera vocación.

Dedicatorias

A mi Papá Gabriel Guevara González, aunque desde hace mucho no estas físicamente, has sido parte de este logro profesional, muchas gracias por dejarme la mejor herencia que más de uno desearía, la educación. Donde quiera que estés siempre te llevare en mi corazón. Te amo tatito.

A Mi Mamá Blanca Teresa de Jesús Jiménez Chavero sabes que te admiro demasiado porque supiste sacarnos adelante tu sola después de la partida de Gabriel, con altas y bajas, gracias por ser un gran ejemplo que seguir en mi vida, eres la persona que siempre me ha apoyado y confiado en mí, gracias por creer en mí durante este tiempo y por ayudarme a cumplir esta meta, para mí tu eres y serás siempre la mejor mama del universo entero. Te amo mami.

A mi Hermano Ángel Julián Guevara Jiménez, aunque no pasamos mucho tiempo juntos durante estos años sabes que eres muy importante para mí, gracias por aguantarme siempre y más durante este tiempo, quiero que sepas que eres el mejor hermano que puede tener y sé que serás el mejor abogado. Sabes que te quiero mucho nene.

A Blacky, Cowy, Kyra, y Puka y Luna que han sido y son parte de mi familia.

Resumen
Respuesta estral en cabras nulíparas y multíparas con progesterona y hCG durante el anestro estacional.

POR:

Susana Gabriela Guevara Jiménez

Medicina Veterinaria y Zootecnia

Asesor:

Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras

El objetivo de este trabajo fue determinar si el número de partos afecta la respuesta estral de las cabras sincronizadas con progesterona (P4) más hCG durante el anestro estacional. El estudio se realizó en la Comarca Lagunera (25° 32' 40" N y 103° 26' 31" O). Para el estudio se emplearon 13 cabras multíparas adultas de 2 a 5 años de edad y 9 cabras nulíparas de 9 a 11 meses de edad, anovulatorias. Ambos grupos fueron tratados con 20 mg de P4 vía intramuscular y a las 24 h después, se les aplicó 100 UI de hCG vía intramuscular. A las 12 h siguientes a la aplicación de hCG se monitoreó el estro cada 6 h por 15 minutos durante 7 días. La respuesta estral en las cabras multíparas fue de 92 % (12/13) y en las nulíparas fue del 100 % (9/9). El intervalo al estro tiende a ser más largo en las multíparas que en las nulíparas (60.5 ± 12.4 y 52.0 ± 5.2 h; $P=0.06$), respectivamente). En conclusión, la edad de las cabras no afecta en la respuesta estral inducida con P4 más hCG durante el anestro estacional por lo que podría ser una opción para inducir el estro tanto en cabras nulíparas y multíparas.

Palabras clave: Edad; progesterona; anovulatorias; sincronización del estro.

Índice	
Agradecimientos	i
Dedicatorias.....	ii
Resumen.....	iii
Índice de figuras.....	v
Índice de cuadros	vi
1. Introducción	1
1.1. Hipótesis	3
1.2. Objetivo.....	3
2. Revisión de literatura	4
2.2. Generalidades de la reproducción en Cabras	5
Figura 1. Representación esquemática del fotoperiodo y su efecto en la reproducción caprina en condiciones naturales.	6
2.3. Pubertad y madurez sexual	6
2.4. Fisiología del aparato reproductor de las cabras	7
Cuadro1. Órganos del aparato reproductor de la cabra	8
2.5. Protocolos convencionales de sincronización del estro en cabras	9
Cuadro 1. Progesterona y sus análogos utilizados para sincronizar el estro y la ovulación en cabras	10
Cuadro 3. Comparación de protocolos de sincronización de celos en cabras.....	11
3. Materiales y Métodos	12
3.1. Localización y manejo de los animales.....	12
3.2. Diseño experimental.....	12
3.3. Análisis estadístico.....	13
4. Resultados y discusión	14
Figura 2. Respuesta estral acumulada de las cabras Múltiparas y Nulíparas tratadas con 20 mg de progesterona más 100 UI de hCG durante el anestro estacional.	15
5. Conclusión	16
Bibliografía Citada	17

Índice de figuras

Figura 1. Representación esquemática del fotoperiodo y su efecto en la reproducción caprina en condiciones naturales6

Figura 2. Respuesta estral acumulada de las cabras Multíparas y Nulíparas tratadas con 20 mg de progesterona más 100 UI de hCG durante el anestro estacional..... 15

Índice de cuadros

Cuadro 1. Órganos del aparato reproductor de la cabra	8
Cuadro 2. Progesterona y sus análogos utilizados para sincronizar el estro y la ovulación en cabras	10
Cuadro 3. Comparación de protocolos de sincronización de celos en cabras...	11

1. Introducción

Las cabras en regiones subtropicales presentan un patrón estacional en su actividad reproductiva (Duarte *et al.*, 2008). Esto, pospone el uso de programas para el mejoramiento genético e incrementa los periodos improductivos de las cabras como la pubertad y el anestro (Mellado 2008). Por esta razón se emplean protocolos hormonales que facilitan la inducción y sincronización del celo en este periodo (Jackson *et al.*, 2014). En algunos protocolos se utiliza un dispositivo intravaginal como esponjas impregnado con progestágenos (P4) y al retirar el dispositivo se aplican gonadotropinas, la cuales ayudan a estimular y sincronizar el crecimiento folicular (Fonseca *et al.*, 2005; Abecia *et al.*, 2011).

La desventaja del uso de las esponjas son las infecciones y lesiones en la pared vaginal, los cuales empeoran si se utilizan en hembras nulíparas (Holtz *et al.*, 2008) igualmente si se utilizan por periodos largos, la fertilidad disminuye (Viñoles *et al.*, 2001). Con el objetivo de reducir el uso de hormonas, se desarrolló un protocolo que consta de una inyección de progesterona (20 mg) y 24 h después la aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG) o humana (hCG) (Contreras-Villarreal *et al.*, 2015; Alvarado-Espino *et al.*, 2016). Con el cual, se ha obtenido una respuesta estral mayor al 90% durante las primeras 48 a 60 h después de aplicar 100 o 300 UI de hCG. Lo cual, se podría usar en animales jóvenes sin provocar molestia por el uso de esponjas. Sin embargo, las cabras nulíparas presentan una mayor variabilidad en la respuesta estral, intervalo al celo y numero de ovulaciones durante el celo inducido o natural que en cabras

multíparas (Simoes *et al.*, 2008; Batista *et al.*, 2009; Lehloenya y Greyling, 2010).

Motivo por el cual es necesario probar este protocolo en hembras nulíparas.

1.1. Hipótesis

La respuesta estral será diferente entre las cabras multíparas y nulíparas sincronizadas con progesterona más hCG durante el anestro estacional.

1.2. Objetivo

Determinar si el número de partos afecta la respuesta estral de las cabras sincronizadas con progesterona más hCG durante el anestro estacional.

2. Revisión de literatura

2.1. Las cabras

La cabra fue uno de los primeros rumiantes en ser domesticados hace más de 10.000 años y es una de las especies más utilizadas por el hombre (Reed 1959; Aréchiga et al., 2008). Existe una población mundial de aproximadamente 720 millones de cabras en el mundo, las cuales se encuentran en Asia con 55.4%, 29.8 en África, 7.3% en Sudamérica, 4.4% en Europa, 3% en Norte y Centroamérica y 0.1% en las islas del pacífico. Los países donde se encuentra la mayor población está en China con el 20.61%, India con el 17.08%, Pakistán con el 6.58%, Sudan con el 5.25% y México representa el 1.33% (Aréchiga et al., 2008).

Las cabras llegaron a México en el siglo XVI por los españoles quienes introdujeron las razas Blanca Celtibérica, Castellana de Extremadura Murciana y la Granadina a partir de las cuales se originó la raza criolla mexicana (Hernández, 2000; Oeidrus, 2010; Watty, 2007; Ignacio, 2011). México cuenta con alrededor de 10 millones de cabras; se encuentran 494,000 unidades de producción caprina y al menos trecientos mil mexicanos dependen de la producción caprina.(Guerrero Cruz, 2010). De estas, el 64% de las cabras se encuentran en las regiones áridas y semiáridas y el otro 36% en las zonas templadas del país.

Tiene gran importancia económica en el país ya que ofrece un enorme potencial en producción de leche y carne (Aréchiga et al., 2008). Anualmente generan alrededor de 43,000 toneladas de carne y más de 160 millones de litros de leche caprina (SAGARPA, 2007). Los estados con mayor producción de leche son

Coahuila con el 37.2%, Durango con el 21%, Guanajuato con 16.8%, Nuevo León 9.9%, Jalisco 3.7% y Zacatecas 3.2% (Aréchiga et al., 2008; Escareño-Sánchez et al., 2011). La Comarca Lagunera es una zona conformada por los estados de Coahuila y Durango donde existe la mayor producción de leche caprina en el país, con alrededor del 9 mil unidades productoras pertenecientes a pequeños productores (Escareño-Sánchez et al., 2011). Existen dos sistemas de producción el intensivo y el extensivo. En el intensivo se han utilizado cabras especializadas en producción lechera como la Anglo-Nubian, Alpina, Saanen y Toggenburg. En este sistema se emplean altos insumos tecnológicos y se logran una fertilidad del 70% al 85%. Mientras tanto, en el sistema extensivo, los productores dependen del pastoreo en tierras comunales y se tiene una productividad baja y la fertilidad no llega a ser mayor al 65% (Escareño-Sánchez et al., 2011; Ignacio, 2011).

2.2. Generalidades de la reproducción en Cabras

Las cabras se clasifican según su actividad sexual en estacionales, ya que su periodo de apareamiento ocurre solo durante los meses de otoño e invierno (De la Rosa, 2011; Vera, 1993; Sáenz, 2007; Alvarez & Ducoing, 1984; Galina & Valencia, 2012). Esta estrategia permite a las crías nacer en una época en donde las condiciones ambientales y climáticas benefician su desarrollo y sobrevivencia (Figura 1) (Álvarez & Ducoing, 1999).

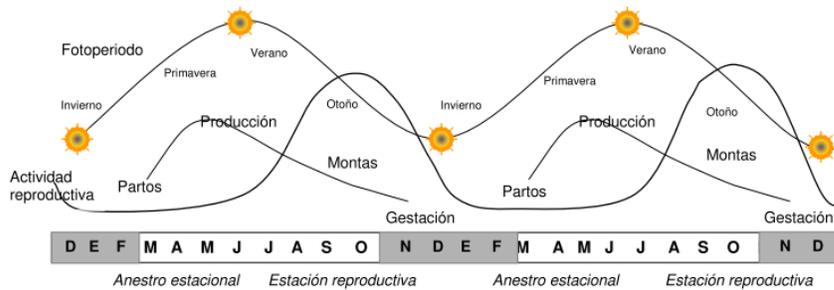


Figura 1. Representación esquemática del fotoperíodo y su efecto en la reproducción caprina en condiciones naturales. Álvarez & Ducoing (1984).

2.3. Pubertad y madurez sexual

En las cabras la edad a la pubertad o edad del primer celo ocurre de los 6 a 12 meses de edad, y generalmente ocurre cuando han alcanzado un peso cercano al 60% del que tendrán cuando sean adultas (Greyling, 2000). Sin embargo, es muy variable y depende de la genética, época de nacimiento y sistema de manejo (Freitas et al., 2004). Freitas et al. (2004) menciona que la pubertad en las cabras de raza Saanen inicia antes que en las cabras de la raza Anglo-Nubia. Asimismo, las hembras que nacen en enero y mayo alcanzan la pubertad en septiembre y diciembre del mismo año respectivamente, con un peso de 27 kg, mientras que, las nacidas en octubre, el inicio de la pubertad se alcanza hasta octubre del siguiente año (Delgadillo et al., 2007). Sin embargo, para evitar problemas relacionados al parto como abortos o distocias, las cabras deben ser servidas por el macho cuando alcanzan un peso de 35 kg o más (Mellado et al., 2001; Mellado, 2008).

2.4. Fisiología del aparato reproductor de las cabras

En las zonas templadas y subtropicales la actividad reproductiva de las cabras es estacional e inicia cuando la duración del día disminuye (Chemineau et al., 2008). En la mayoría de las cabras, la época reproductiva comienza después de junio o julio, alcanzando su pico de septiembre a noviembre y comienza a declinar en diciembre por lo cual, el anestro o época donde no ocurre conducta estral ni ovulación se extiende de febrero a junio, cuando la duración del día comienza a incrementarse (Amoah et al., 1996).

Durante la época natural de reproducción las cabras presentan varios ciclos estrales que duran de 17 a 24 días (Camp et al., 1983). Durante cada ciclo estral, los órganos del aparato reproductor de las hembras experimentan cambios morfológicos que dependen de la secreción de hormonas (Cuadro 1) (Fatet et al., 2011). Durante cada ciclo estral existen 4 fases denominadas proestro, estro, metaestro y diestro (Rahman et al., 2008). El proestro dura 2 a 3 días e inicia la fase folicular con la liberación de FSH que da lugar al crecimiento y desarrollo folicular (Freeman, 2009). El estro, también conocido como el celo o calor, es la fase de receptividad sexual durante la cual la hembra es receptiva al macho y ocurre la copula. Algunos signos que presentan son inquietud, bala con frecuencia y mueve la cola de manera constante y rápida, vulva edematosa, montan a sus compañeras, secreción de moco fluido y transparente, orina con frecuencia si está el macho se llega a reducir el apetito y producción de leche (Hafez & Hafez, 2002). Esta fase dura 24 a 48 h dependiendo de la raza, la edad, época y presencia de macho (Rahman et al., 2008). Esta fase está dominada por la hormona 17β -estradiol, la cual es secretada por el folículo dominante, es la

responsable de la aparición del celo y estimula la secreción de GnRH la cual a su vez estimula la secreción de LH provocando la ovulación, la cual ocurre al final del celo (Ben et al., 2007). El metaestro es la fase en la cual comienza la formación del cuerpo lúteo (CL) y comienza a elevarse los niveles de progesterona. Una vez establecido el CL, inicia la última fase del ciclo estral denominada diestro, esta fase tienen una duración de 11 a 14 días. Al final de esta fase, si no ocurre la fecundación, inicia la regresión del CL inducida por la $PGF2\alpha$ provocando una rápida caída en los niveles de P4. La $PGF2\alpha$ es secretada por el endometrio, el cual es estimulado por la oxitocina secretada por el mismo CL (Rahman et al., 2008).

Cuadro1. Órganos del aparato reproductor de la cabra. Tomado de Hafez y Hafez, 2000.

Órgano	Función(es)
Ovario	Producción de ovocitos Producción de estrógenos (folículos de Graaf) Producción de progestágenos (cuerpo lúteo)
Oviducto	Transporte de gametos (espermatozoides y ovocitos) Sitio de fertilización
Útero	Retiene y alimenta el embrión
Cérvix	Previene la contaminación microbiana del útero Reservorio para el semen y transporte de espermatozoides
Vagina	Órgano de copulación Sitio de depósito de semen durante el apareamiento natural en vacas y borregas Conducto del parto
Vulva	Abertura externa del aparato reproductor

2.5. Protocolos convencionales de sincronización del estro en cabras

El conocer la fisiología de la reproducción de la cabra, permite desarrollar e implementar estrategias de manejo reproductivo que faciliten la mejora reproductiva (Álvarez & Ducoing, 1984). La sincronización de celos es de gran ayuda para aprovechar al máximo su utilización en programas de mejoramiento genético de los sistemas de producción ya que se pueden utilizar durante la estación reproductiva como durante el anestro estacional (Manes & Ungerfeld 2015).

La progesterona o sus análogos, es la hormona más utilizada para sincronizar el estro en las cabras (Wildeus, 2000). Esta se encuentra disponible en diferentes formas y vías de administración (Cuadro 2). La forma más utilizada son las esponjas y los CIDR intravaginales que contienen MAP o FGA y progesterona natural, respectivamente. Los implantes también son utilizados en cabras, aunque en menor medida que las esponjas y la eficiencia para sincronizar el estro es similar que con las esponjas (Freitas et al., 1997). La progesterona también puede ser administrada a través del alimento, aunque hay una mayor variabilidad en el inicio del estro y la ovulación que cuando se utilizan esponjas (Martínez et al., 2007). La duración de estos tratamientos, tanto en dispositivos intravaginales como en implantes o en el alimento es de 11 a 6 días (Abecia et al., 2011). En el protocolo descrito por Alvarado et al; (2016) se menciona que el uso de P4 mas una inyección de 100 UI de hCG es eficaz para inducir el celo en cabras no cíclicas durante el periodo de transición de anestro a estro.

Cuadro 2. Progesterona y sus análogos utilizados para sincronizar el estro y la ovulación en cabras.

Progesterona/Análogo	Dosis	Vía	Referencia
Progesterona	300 mg	Intravaginal (CIDR)	Rubianes & Menchaca, (2003).
Medroxiprogesterona	60 mg	Intravaginal (Esponja)	Ruiz, et, al. (2002)
Fluorogesterona	15 a 45 mg	Implante subcutáneo	Córdova, et, al. (2008). Pendleton, et al. (1992)
Norgestomet	3 mg	Implante subcutáneo	Avendaño, et al. (2003)
Melengestrol		Alimento	Valenzuela et, al. (2004)

Generalmente, durante el anestro es necesario que al retirar la P4 se aplique eCG o hCG (Cuadro 3) (Fonseca et al., 2005). La eCG es una hormona secretada por la yegua durante la gestación y debido a su similitud con la FSH y en menor medida a la LH, incrementa el crecimiento folicular, permitiendo que el inicio del estro y de la ovulación se manifieste de manera más rápida (Saleh, et al 2012). Se debe tener en cuenta que la efectividad de la respuesta puede disminuir con el paso de los años como consecuencia del desarrollo de anticuerpos anti-eCG (Lozano, Uribe, & Osorio, 2012; Baldassarre, 2007). Por su parte la hCG es una hormona glicoproteica que está formada por dos subunidades (alfa y beta no covalentes) es similar en un 80% a la LH por lo que también se utiliza como una hormona para inducir y sincronizar la ovulación en las cabras (Saleh et al., 2012; Cole, 2009).

Cuadro 3. Comparación de protocolos de sincronización de celos en cabras. De la Rosa, (2011).

Insumo	Días de trabajo	% de celo esperado	Presentación de celos	Época
Esponja con 60 mg de MAP	5	80-90%	24 a 72 h	Época reproductiva (otoño).
Esponja con 60 mg de MAP; 200 UI de eCG, 100 mg de coprostenol (Prostaglandina)	6	80-90%	24 a 72 h	Servicio en corta estación
75 µg de coprostenol (Prostaglandina)	4	67%	48 a 72h	Hembras ciclando, hatos sin estacionalidad marcada
Esponja con 60 mg de MAP	4	65%	48 a 72 h	Hembra ciclando, hatos sin estacionalidad marcada
Esponja con 60 mg de MAP 200 UI de eCG	4	93%	24 a 48 h	Hatos sin estacionalidad marcada, o dentro de la temporada reproductiva

3. Materiales y Métodos

3.1. Localización y manejo de los animales

El trabajo se llevó a cabo en la Comarca Lagunera (25° 32'40" N y 103° 26' 31" O). Esta región se caracteriza por su clima seco templado. La temperatura promedio es de 22°C con un promedio anual de lluvia de 300 mm, las cuales ocurren en la temporada de mayo a julio. El trabajo se realizó en abril que corresponde a la temporada de anestro (Duarte et al., 2008). Se utilizaron 13 cabras multíparas de 2 a 5 años con un peso de 35 ± 5.0 kg de peso corporal y con una condición corporal de 1.5 a 2.5 y 9 cabras nulíparas de 9 a 11 meses de edad con un peso de 26 ± 3.6 kg y con una condición corporal de 2 a 2.5. Las cabras se encontraban en corrales abiertos, ventilados y provisto de sombra. La alimentación consistía en heno de alfalfa (17% PC, 1.95 Mcal, Kg, MS) y 400 g de concentrado comercial. El agua y los minerales se proporcionaron a libre acceso.

3.2. Diseño experimental

Las cabras multíparas y nulíparas fueron tratadas con 20 mg de P4 (Progesvit Brovel, México D.F., México) vía intramuscular (IM) y a las 24 horas después se les aplico 100 UI de hCG (0.1 mL Chorulon, Merial MSD, México, D.F., México) IM. A las doce horas después de la aplicación de hCG, se monitoreo el inicio del estro cada 6 h (06:00, 12:00, 18:00, 24:00 horas) por 10 minutos durante 7 días. Se utilizaron dos machos cabríos sexualmente activos equipado con un delantal para evitar la copula. Estos machos fueron tratados con 50 mg de testosterona 30 días antes de empezar el tratamiento de las hembras (Luna-Orozco et al.,

2012). Los machos estuvieron a cincuenta metros de las hembras y solo entraron en contacto con las hembras durante la detección de celo. Una hembra se consideró en celo cuando se queda quieta al momento en que la monta el macho. Se registró el porcentaje de cabras en celo y el intervalo al estro para cada tratamiento.

3.3. Análisis estadístico

Se utilizó GENMON de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA) para comparar el porcentaje de hembras que presentaron celo. El intervalo al celo luego de la inyección de hCG se analizó con un ANOVA (PROC GLM de SAS) para un diseño completamente al azar. Cada cabra fue considerada como una unidad experimental. Se consideró que había diferencia significativa entre tratamientos si $P \leq 0.05$.

4. Resultados y discusión

La figura 2 muestra la respuesta estral acumulada de las cabras tratadas. La respuesta estral entre cabras nulíparas y múltiparas con el tratamiento de P4 más hCG es similar ($P>0.05$). Una cabra del grupo de las múltiparas no mostro ningún signo de celo mientras que todas las cabras nulíparas respondieron al tratamiento. Esto coincide con otros autores que han reportado estro inducido con prostaglandina $F2\alpha$ o esponjas en época reproductiva (Simoes et al., 2008; Batista et al., 2009). Ellos señalan que la edad no afecta el porcentaje de cabras en celo por lo tanto este protocolo se puede usar en las cabras para inducir su celo durante el anestro estacional.

La respuesta que se obtuvo al estro en el experimento corrobora la habilidad de la hCG para inducir el celo en cabras (Alvarado-Espino et al., 2016). Esta hormona es útil para estimular la esteroidogénesis al igual que el desarrollo y ovulación de los folículos (Manjarin et al., 2009; Ma et al., 2015). También se distingue por presentar una acción rápida y una vida media de 36 horas (Saleh et al., 2012) por lo tanto una aplicación de hCG es suficiente para poder incitar un estímulo a los folículos antrales en cabras anovulatorias, asegurando un adecuado desarrollo folicular los cuales producirán concentraciones de estradiol estimulando el comportamiento del ciclo estral.

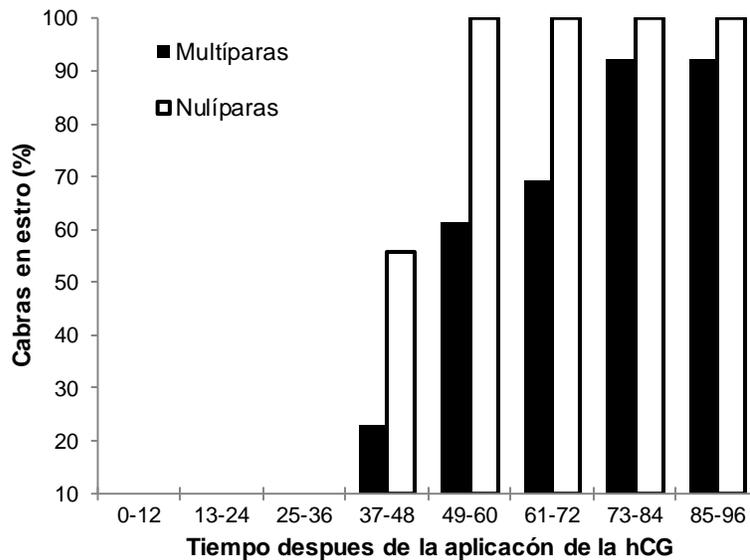


Figura 2. Respuesta estral acumulada de las cabras Multiparas y Nulíparas tratadas con 20 mg de progesterona más 100 UI de hCG durante el anestro estacional.

Posteriormente de la aplicación de la hCG, el intervalo al estro y la duración del celo fue similar ($P > 0.05$) en ambos grupos y concuerdan a lo reportado por Alvarado Espino et al. (2016). Se han realizado estudios en los que las hembras nulíparas tienen un mayor intervalo al celo y una menor respuesta al estro y ovulatoria que las cabras múltiparas (Leohloenya y Greyling, 2010; Souza-Fabjan et al., 2013). Los autores citados anteriormente, indican que esta diferencia debe ser porque las hembras nulíparas son menos sensibles a las hormonas exógenas debido a la susceptibilidad al efecto negativo de los esteroides, ocasionando que

el umbral hormonal debe ser más alto y se necesita un impulso mayor para incitar una respuesta ovárica (Lehloenya y Greyling, 2010) o por una baja maduración del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas (HHG) (Souza-Fabjan et al., 2013). Sin embargo,, nuestro estudio no apoya estas hipótesis debido a que no se encontraron diferencias entre nulíparas y multíparas aun cuando la dosis de progesterona y de hCG son menores en este protocolo que los que se usan habitualmente en protocolos con dispositivo o esponjas (Romano, 2004) y a que el protocolo fue aplicado durante el anestro estacional, periodo en el que se encuentra una mayor inhibición de los esteroides sobre el eje HHG (Robinson et al., 1985). Por consiguiente, las hembras nulíparas y multíparas presentan el mismo potencial a la estimulación hormonal.

5. Conclusión

La edad de las cabras no influye en la respuesta estral inducida con P4 más hCG durante el anestro estacional por lo que podría ser una opción para inducir estro en cabras nulíparas y multíparas evitando molestia e infecciones provocadas por las esponjas, reduciendo el intervalo generacional e implementar la IA en las cabras.

Bibliografía Citada

- Abecia, J. A., Forcada, F., & González-Bulnes, A. (2011). Pharmaceutical control of reproduction in sheep and goats. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 27(1), 67-79.
- Alvarado-Espino, A. S., Meza-Herrera, C. A., Carrillo, E., González-Álvarez, V. H., Guillen-Muñoz, J. M., Ángel-García, O., ... & Véliz-Deras, 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.
- Álvarez Ramírez, L., Ducoing Watty, A. E., Zarco Quintero, L. A., & Trujillo García, A. M. (1999). Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro. *Veterinaria México*, 30(1).
- Alvarez, L. R., & Ducoing, A. E. W. (1984). Aspectos de ganado caprino, 1–26.
- Amoah, E. A., Gelaye, S., Guthrie, P., & Rexroad, C. E. (1996). Breeding season and aspects of reproduction of female goats. *Journal of animal science*, 74(4), 723-728.
- Aréchiga, C. F., Aguilera, J. I., Rincón, R. M., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V. R., & Meza-Herrera, C. A. (2008). Situación actual y

perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9(1).

Avendaño, L., Álvarez, D., & Correa, A. (2003). Induction of estrus and fertility using subcutaneous implants in anestrous dairy goats. *Interciencia*, 28(4), 225-228.

Baldassarre, H. (2007). Reproducción asistida en la especie caprina: inseminación artificial a clonación. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 31(2), 274-282.

Batista, M., Niño, T., Alamo, D., Castro, N., Santana, M., Gonzalez, F., Cabrera, f. y Gracia, a. 2009. Successful artificial insemination using semen frozen and stored by an ultrafreezer in the Majorera goat breed. *Theriogenology*. 71: 1307-1315.

Ben Said, S., Lomet, D., Chesneau, D., Lardic, L., Canepa, S., Guillaume, D. & 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.

Camp, J. C., Wildt, D. E., Howard, P. K., Stuart, L. D., & Chakraborty, P. K. (1983). Ovarian activity during normal and abnormal length estrous cycles in the goat. *Biology of Reproduction*, 28(3), 673-681.

Chemineau, P., Guillaume, D., Migaud, M., Thiery, J. C., Pellicer-Rubio, M. T., & Malpoux, B. (2008). Seasonality of reproduction in mammals: intimate regulatory mechanisms and practical implications. *Reproduction in Domestic Animals*, 43(s2), 40-47.

Cole, L. A. (2009). New discoveries on the biology and detection of human

- chorionic gonadotropin. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 7(1), 8.
- Contreras-Villarreal, V., Meza-Herrera, C. A., Rivas-Muñoz, R., Angel-Garcia, O., Luna-Orozco, J. R., Carrillo, E., Véliz-Deras, F. G. 2015. Reproductive performance of seasonally anovular mixed-bred dairy goats induced to ovulate with a combination of progesterone and eCG or estradiol. *Animal Science Journal*, 87(6), 750-755.
- Córdova-Izquierdo, A., Córdova-Jiménez, M. S., Córdova-Jiménez, C. A., & Guerra-Liera, J. E. (2008). Procedimientos para aumentar el potencial reproductivo en ovejas y cabras. *Rev. vet*, 19, 67-79.
- De La Rosa, C. S. (2011). Manual de producción caprina. Capítulo 3. *Formosa. Argentina*, 4.
- Delgadillo, J. A., De Santiago-Miramontes, M. A., & Carrillo, E. (2007). Season of birth modifies puberty in female and male goats raised under subtropical conditions. *animal*, 1(6), 858-864.
- Duarte, G., Flores, F.A., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to subtropical environment persists independently of food availability. *Domest. Anim. Endocrinol.* 35, 362-370
- Escareño Sánchez, L. M., Wurzinger, M., Pastor López, F., Salinas, H., Sölkner, J., & Iñiguez, L. (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(SPE), 235-246.
- Fonseca, J. F., Bruschi, J. H., Santos, I. C. C., Viana, J. H. M., Magalhaes, A. C. M. 2005. Induction of estrus in non-lactating dairy goats with different

estrous synchrony protocols. *Animal Reproduction Science*, 85(1), 117–124.

Fonseca, J. F., Bruschi, J. H., Zambrini, F. N., Demczuk, E., Viana, J. H. M., & Palhão, M. P. (2005). Induction of synchronized estrus in dairy goats with different gonadotrophins. *Anim. Reprod*, 2(1), 50-53.

Freeman, S. (2009). Reproducció animal. *Biologia*, 1088,1089. Retrieved from http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/186-reprod_compendio.pdf

Freitas, V. J. F., Baril, G., & Saumande, J. (1997). Estrus synchronization in dairy goats: use of fluorogestone acetate vaginal sponges or norgestomet ear implants. *Animal reproduction science*, 46(3-4), 237-244.

Freitas, V. J. F., Rondina, D., Júnior, E. L., Teixeira, D. I. A., & Paula, N. R. O. (2004). Hormonal treatments for the synchronisation of oestrus in dairy goats raised in the tropics. *Reproduction, Fertility and Development*, 16(4), 415-420.

Galina, C. & Valencia, J. (2012). Reproducció de animales doméuticos 3^o Edición, Ciudad de México, México. Editorial Limusa. 34-40 p.

Greyling, J. P. C. (2000). Reproduction traits in the Boer goat doe. *Small Ruminant Research*, 36(2), 171-177.

Guerrero Cruz, M. (2010). La caprinocultura en México, una estrategia de desarrollo. *Revista universitaria digital de ciencias sociales*, 1(1), 1-8.

- Hafez, E. S. E. & Hafez B. (2002). Reproducción e inseminación artificial en animales 7^a Edición, Kiawah Island, South Carolina, USA: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, Z. J. S. (2000). La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México): contribución de la especie caprina y sistemas de producción. *Archivos de zootecnia*, 49(187).
- Holtz, W., Sohnrey, B., Gerland, M. y Driancourt, M.-A. 2008. Ovsynch synchronization and fixed-time insemination in goats. *Theriogenology*. 69: 785-792.
- Ignacio, J. H. D. de R.-C. F.-U. (2011). Manejo reproductivo del ganado caprino. Retrieved from Congreso. [fmvz.unam.mx/pdf/memorias/Pequeños rumiantes](http://fmvz.unam.mx/pdf/memorias/Pequeños_rumiantes)
- Guerrero-Cruz, M. M. (2010). La caprinocultura en México, una estrategia de desarrollo. *Revista Universitaria Digital de Ciencias Sociales. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM*, 1(1), 8.
- Jackson, C.K., Neville, T. L., Mercadante, V. R. G., Waters, K. M., Lamb, G. C., Dahlen, C.R., Redden, R. R. 2014. Efficacy of various five-days estrous synchronization protocols in sheep. *Small Ruminants Research*. 120: 100-107.
- Lehloenya, K. C. y Greyling, J. P. C. 2010. The effect of embryo donor age and parity on the superovulatory response in Boer goat does. *South African Journal of Animal Science*. 40(1): 65-69.
- Lozano, J., Uribe, L., & Osorio, J. (2012). Control hormonal de la reproducción en hembras ovinas (Ovisaries). *Veterinaria y Zootecnia ISSN*, 6, 134-147.
- Luna-Orozco, J. R., Guillen-Muñoz, J. M., De Santiago, M. D. L. A., García, J. E.,

- Rodríguez-Martínez, R., Meza-Herrera, C. A., ... & Véliz, F. G. (2012). Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. *Tropical animal health and production*, 44(1), 71-75.
- Manes, J., & 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 de Reprodução Animal*, 39(1), 104-108
- Martínez-Álvarez, L. E., Hernández-Cerón, J., González-Padilla, E., Perera-Marín, G., & Valencia, J. (2007). Serum LH peak and ovulation following synchronized estrus in goats. *Small Ruminant Research*, 69(1), 124-128.
- Mellado, M. (2008). Goat reproductive management under rangelands conditions. *Tropical and Sub tropical Agroecosystems*, 9, 47-63.
- Mellado, M., Rodríguez-Frade, J. M., Vila-Coro, A. J., Fernández, S., de Ana, A. M., Jones, D. R., ... & Martínez-A, C. (2001). Chemokine receptor homo- or heterodimerization activates distinct signaling pathways. *The EMBO Journal*, 20(10), 2497-2507.
- Oeidrus. (2010). Origen y clasificación zoológica del ganado caprino. Retrieved from http://www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus/ESTUDIOS_E_INVESTIGACIONES/GANADERIA/manuales_caprino/manual1.PDF
- Pendleton, R. J., Youngs, C. R., Rorie, R. W., Pool, S. H., Memon, M. A., & Godke, R. A. (1992). Comparison of fluorogestone acetate sponges with norgestomet implants for induction of estrus and ovulation in anestrus

- dairy goats. *Small Ruminant Research*, 8(3), 269-273.
- Pérez, C. R., Garese, R. J. A., Fleischmann, T. R., Ganzábal, P. A., & González, S. C. (2012). Sincronización de celos en cabras en estación reproductiva: uso de esponjas de medroxiprogesterona o aplicación de prostaglandina después de cinco días de detección de celos. *Rev Cien FCV-LUZ*, 22, 245-251.
- Rahman, A. N. M. A., Abdullah, R. B., & Wan-Khadijah, W. E. (2008). Estrus synchronization and superovulation in Goats: A Review. *J. Biol. Sci*, 8(7), 1129-1137.
- Reed, C.A. 1959. Animal domestication in the prehistoric Near East. *Science*. 130: 1629- 1639
- Rodríguez, A, and E Valencia. 2006. "El Sistema reproductivo de la Cabra." *Estación Experimental Agrícola UPR 2* (2): 1–4.
- Rubianes, E., & Menchaca, A. (2003). The pattern and manipulation of ovarian follicular growth in goats. *Animal Reproduction Science*, 78(3), 271-287.
- Ruiz, R., Fernández, J. L., de la Vega, A. C., & Rabasa, A. E. (2002). Evaluación de diferentes tratamientos hormonales para la sincronización del estro en cabras criollas serranas durante el verano. *Zoot. Trop*, 20(4), 473-482.
- Sáenz García, A. A. (2007). *Ovinos y caprinos: Documento de estudio para estudiantes de la carrera Ingeniería en Zootecnia*. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal, Managua (Nicaragua).
- SAGARPA, 2007. Programa Nacional Pecuario 2007-2012.
- Saleh, M., Shahin, M., Wuttke, W., Gauly, M., & Holtz, W. (2012). Pharmacokinetics of human chorionic gonadotropin after im administration

- in goats (*Capra hircus*). *Reproduction*, 144(1), 77-81.
- Simoes, J., Baril, G., Almeida, J.C., Azevedo, J., Fontes, P. y Mascarenhas, R. 2008. Time of ovulation in nulliparous and multiparous goats. 2(5): 761-768.
- Valenzuela Jiménez, N., Hernández Cerón, J., Murcia Mejía, C., Rodríguez Maltos, R., & Gutiérrez, C. G. (2004). Efecto del benzoato de estradiol en la presentación del pico preovulatorio de LH, momento de ovulación y fertilidad en cabras sincronizadas con acetato de melengestrol. *Agrociencia*, 38(6).
- Vera Garza, T. (1993). Reproducción de ganado caprino.
- Víñoles, C., Forsberg, M. y Rubianes, E. 2001. Effect of long-term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. *Theriogenology*. 55: 993-1004.
- Watty, A. E. D. (2007). Introducción a La Caprino Cultura, 1–8.
- Wildeus, S. (2000). Current concepts in synchronization of estrus: sheep and goats. *Journal of Animal Science*, 77(E-Suppl), 1-14.